



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

TESE

FERTILIDADE DO SOLO, NUTRIÇÃO, FISIOLOGIA E PRODUÇÃO DO
MARACUJAZEIRO AMARELO SOB IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL

SHERLY APARECIDA DA SILVA MEDEIROS

2018



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA



**FERTILIDADE DO SOLO, NUTRIÇÃO, FISIOLOGIA E PRODUÇÃO DO
MARACUJAZEIRO AMARELO SOB IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO
ORGANOMINERAL**

SHERLY APARECIDA DA SILVA MEDEIROS

Sob orientação do Professor
Lourival Ferreira Cavalcante

e Coorientação do Professor
José Adeilson Medeiros do Nascimento

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de “Doutor em Agronomia”

AREIA-PB
NOVEMBRO-2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

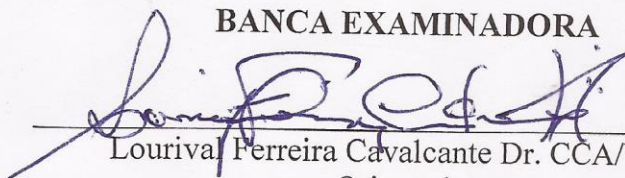
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

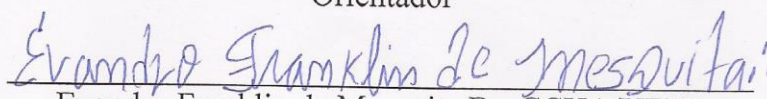
TÍTULO: Fertilidade do solo, nutrição, fisiologia e produção do maracujazeiro amarelo
sob irrigação e adubação organomineral

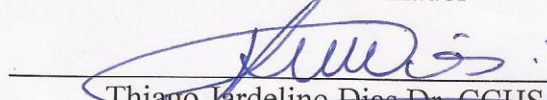
AUTORA: SHERLY APARECIDA DA SILVA MEDEIROS

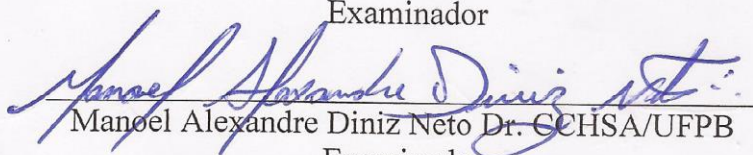
Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de DOUTORA em
AGRONOMIA (Agricultura Tropical) pela comissão Examinadora

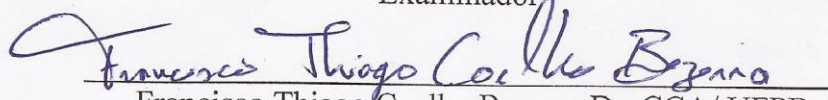
BANCA EXAMINADORA


Lourival Ferreira Cavalcante Dr. CCA/UFPB
Orientador


Evandro Franklin de Mesquita Dr. CCHA/UEPB
Examinador


Thiago Jardelino Dias Dr. CCHSA/UFPB
Examinador


Manoel Alexandre Diniz Neto Dr. CCHSA/UFPB
Examinador


Francisco Thiago Coelho Bezerra Dr. CCA/ UFPB
Examinador

Data da realização: 22 de novembro de 2018.

Presidente da Comissão Examinadora
Dr. Lourival Ferreira Cavalcante

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

M488f Medeiros, Sherly Aparecida da Silva.

FERTILIDADE DO SOLO, NUTRIÇÃO, FISILOGIA E PRODUÇÃO DO
MARACUJAZEIRO AMARELO SOB IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO
ORGANOMINERAL / Sherly Aparecida da Silva Medeiros. -
João Pessoa, 2018.

103 f.

Orientação: Lourival Ferreira Cavalcante.

Coorientação: José Adeilson Medeiros Nascimento.

Tese (Doutorado) - UFPB/CCA.

1. Lâminas de água, matéria orgânica, fósforo. I.
Cavalcante, Lourival Ferreira. II. Nascimento, José
Adeilson Medeiros. III. Título.

UFPB/CCA-AREIA

Ofereço

Ao meu primo Melchior Naelson, grande incentivador desde minha preparação para o vestibular. A você minha gratidão sempre e o desejo de que DEUS esteja sempre presente em sua vida, te abençoando cada vez mais.

Aos meus amigos, Marlene Alexandrina e Francisco Thiago, deixo aqui meu carinho, afeto e gratidão por todos os momentos vividos em mais de dez anos de amizade. Meu agradecimento especial por toda ajuda prestada nesse trabalho e por sempre estarem presentes em minha vida.

Com amor, Dedico

A minha filha, ***Maria Helena***
Ao meu esposo, ***José Adeilson***
A minha mãe, ***Maria Aparecida***
Ao meu pai, ***Luiz da Silva***

AGRADECIMENTOS

A DEUS e a nossa senhora, por serem sempre meus guias, concedendo-me forças para superar os desafios durante esta caminhada.

À Universidade Federal da Paraíba e ao Centro de Ciências Agrárias, pela oportunidade a mim concedida de realizar este curso.

À Capes, pela concessão de bolsa de estudos. E ao PROINFRA pelo financiamento do trabalho de pesquisa

Ao mestre Lourival Ferreira Cavalcante, por todos os ensinamentos, seja eles acadêmicos e para a vida, obrigada pela oportunidade de ser um dos membros de sua equipe, és um exemplo de profissional e ser humano, agradeço a DEUS pela oportunidade de poder conviver com o senhor, seus ensinamentos com certeza deixarão marcas por toda a vida daqueles que tiverem o privilégio de ter o senhor como orientador. Não fui a melhor orientada, mas com certeza eu tive o melhor orientador!

Ao Instituto Federal do Ceará – Campus/Tianguá por disponibilizar a área para instalação do experimento e por todo apoio durante a condução do mesmo.

Aos professores do IFCE, Clemilton Ferreira e Anderson Freitas pela ajuda prestada na realização deste trabalho, muito obrigada.

A todos os alunos do IFCE que participaram da coleta de dados, em especial a Caryelly Oliveira, o meu muito obrigada.

Ao meu esposo, José Adeilson por toda ajuda prestada durante a instalação e condução do trabalho e por todo incentivo.

Aos professores membros da banca, Dr. Evandro Mesquita, Dr. Manoel Alexandre e Dr. Thiago Jardelino por participarem e contribuírem expressivamente na avaliação deste trabalho, o meu muito obrigado.

Ao membro da banca Francisco Thiago, por também contribuir expressivamente na avaliação deste trabalho, pela contribuição nas análises estatística e trabalho em campo, o meu muito obrigada.

À minha amiga irmã, Marlene Alexandrina pela ajuda também nas análises estatísticas e trabalho em campo. Sua amizade é um presente de DEUS em minha vida, obrigada.

A todos os professores e funcionários que fazem o Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias.

Ao meu primo Melchior Batista pelo incentivo e ajuda prestada em 2005, quando iniciei minha vida acadêmica. Gratidão sempre!

SUMÁRIO

CAPÍTULO I

FERTILIDADE DO SOLO E CRESCIMENTO DO MARACUJAZEIRO AMARELO SOB IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL

1. INTRODUÇÃO	4
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	6
2.1. Localização, clima e solo	6
2.2. Delineamento experimental	7
2.3. Formação das mudas, transplântio e condução.....	8
2.4. Aplicação dos tratamentos.....	9
2.5. Adubação de cobertura.....	9
2.6. Irrigação e controle de doenças.....	10
2.7. Variáveis analisadas	10
2.7.1. No solo	10
2.7.2. Nas plantas	10
2.8. Análise estatística	11
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
3.1. Atributos químicos do solo	12
3.2. Componentes de crescimento	21
4. CONCLUSÕES	29
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

CAPÍTULO II

ASPECTOS FISIOLÓGICOS E COMPOSIÇÃO MINERAL FOLIAR EM MARACUJAZEIRO AMARELO SOB IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL

1. INTRODUÇÃO	38
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	39
2.1. Localização, clima e solo	39
2.2. Delineamento experimental	40
2.3. Formação das mudas, transplântio e condução.....	41
2.4. Aplicação dos tratamentos.....	42
2.5. Adubação de cobertura.....	42
2.6. Irrigação e controle de doenças.....	43
2.7. Variáveis analisadas	43

2.8. Análise Estatística	44
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
3.1. Variáveis fisiológicas	45
3.1.1. Clorofila	45
3.1.2. Trocas gasosas	49
3.2. Nutrição mineral	51
3.2.1. Macronutrientes	51
3.2.2. Micronutrientes	59
4. CONCLUSÕES	66
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
ANEXO	71

CAPÍTULO III

PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DE MARACUJAZEIRO AMARELO SOB LÂMINAS DE ÁGUA E ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL

RESUMO	74
1. INTRODUÇÃO	76
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	78
2.1. Localização, clima e solo	78
2.2. Delineamento experimental	79
2.3. Formação das mudas, transplante e condução.....	80
2.4. Aplicação dos tratamentos.....	81
2.5. Adubação de cobertura.....	81
2.6. Irrigação e controle de doenças.....	82
2.7. Variáveis analisadas	82
2.7.1. Colheita	82
2.7.2. Caracterização física	82
2.7.3. Caracterização química	83
2.8. Análise Estatística	83
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	84
3.1. Produção	84
3.2. Pós colheita	88
CONCLUSÕES	97
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1.	Precipitação pluviométrica mensal registrada durante condução do experimento no período de março de 2016 a março de 2017, Tianguá-CE, 2018.	6
Figura 2.	Temperatura média mensal (A) e umidade relativa (B) registrada durante condução do experimento no período de fevereiro de 2016 a março de 2017, Tianguá CE.	7
Figura 3.	Teores de fósforo no solo após adubação com P_2O_5 (A) e fornecimento de fontes de matéria orgânica, sem MO (sem matéria orgânica), com EB (com esterco bovino) e com CF (com cama de frango) (B).	13
Figura 4.	Teores de potássio no solo cultivado com plantas maracujazeiro amarelo submetidas a doses de P_2O_5 em solo sem matéria orgânica (----), com esterco bovino (—) e cama de frango (.....).	14
Figura 5.	Teores de magnésio no solo cultivado com plantas maracujazeiro amarelo submetidas a doses de P_2O_5 (A) e fornecimento de fontes de matéria orgânica, sem MO (sem matéria orgânica), com EB (com esterco bovino) e com CF (com cama de frango) (B).	15
Figura 6.	Teores de $H^+ + Al^{3+}$ no solo cultivado com plantas maracujazeiro amarelo submetidas a lâminas de irrigação 100% (A) e 70% da ETc (B) e a doses de P_2O_5 em solo sem matéria orgânica (----), com esterco bovino (—) e cama de frango (....)	17
Figura 7.	Soma de bases do solo cultivado com plantas maracujazeiro amarelo com fornecimento de insumos orgânicos, Sem MO (sem matéria orgânica), Com EB (com esterco bovino) e Com CF (com cama de frango).	18
Figura 8.	Capacidade de troca catiônica (CTC) no solo cultivado com plantas maracujazeiro amarelo submetidas a lâminas de irrigação 100% (A) e 70% da ETc (B) e a doses de P_2O_5 em solo sem fornecimento de matéria orgânica (----), com esterco bovino (—) e cama de frango (....).	19
Figura 9.	Teores de matéria orgânica no solo cultivado com plantas maracujazeiro amarelo submetidas a lâminas de irrigação 100% (A) e 70% da ETc (B) e a doses de P_2O_5 em solo sem matéria orgânica (----), com esterco bovino (—) e cama de frango (....).	20
Figura 10.	Altura de maracujazeiro amarelo, em função da idade das plantas, no solo sem matéria orgânica (----), com esterco bovino (—) e cama de frango (.....) (A) e doses de P_2O_5 (B).	22
Figura 11.	Altura de plantas de maracujazeiro amarelo em função da idade das plantas e fornecimento de doses de fósforo.	23
Figura 12.	Diâmetro de plantas de maracujazeiro amarelo, aos 150 DAT, em função de doses de P_2O_5 (A) e fontes de matéria orgânica (B): Sem nenhuma fonte (Sem MO), com esterco bovino (Com EB) e com cama de frango (Com CF).	25
Figura 13.	Período do transplantio das mudas à poda da haste principal das plantas de maracujazeiro amarelo, em função de doses de P_2O_5 , solo sem matéria orgânica (- - -), com esterco bovino (—) e cama de frango (.....).	26
Figura 14.	Número de ramos produtivos (NRP) em plantas de maracujazeiro amarelo, aos 160 DAT, sob irrigação com 100% (A) e 70 % da ETc (B) e doses de P_2O_5 , no solo sem matéria orgânica (----), com esterco bovino (—) e cama de frango (.....).	27

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II

Figura 1.	Precipitação pluviométrica mensal registrada durante condução do experimento no período de março de 2016 a março de 2017, Tianguá-CE, 2018.	39
Figura 2.	Temperatura média mensal (A) e umidade relativa (B) registrada durante condução do experimento no período de fevereiro de 2016 a março de 2017, Tianguá CE.	40
Figura 3.	Índice de clorofila <i>a</i> (A), clorofila <i>b</i> (B) e clorofila <i>total</i> (C) das plantas de maracujazeiro amarelo aos 40, 70, 100 e 130 dias após o transplântio, submetidas lâminas de água de 100% (—) e 70% da ETc (- - -).	46
Figura 4.	Índice de clorofila <i>a</i> (A), clorofila <i>b</i> (B) e clorofila <i>total</i> (C) das plantas de maracujazeiro amarelo submetidas a diferentes fontes de matéria orgânica Sem MO (sem matéria orgânica), Com EB (com esterco bovino), Com CF (com cama de frango).	47
Figura 5.	Eficiência do uso da água (EUA) das folhas de maracujazeiro amarelo 'BRS SC1', sob irrigação com 70 e 100% da evapotranspiração da cultura.	49
Figura 6.	Teores de nitrogênio em matéria seca de plantas de maracujazeiro amarelo submetidas a lâminas de irrigação 100% (A) e 70% da ETc (B) e a doses de P ₂ O ₅ em solo sem matéria orgânica (- - -), com esterco bovino (—) e cama de frango (....).	52
Figura 7.	Teores de fósforo em matéria seca de plantas de maracujazeiro submetidas a lâminas de irrigação 100% (A) e 70% da ETc (B) e a doses de P ₂ O ₅ em solo sem m matéria orgânica (- - -), com esterco bovino (—) e cama de frango (....).	54
Figura 8.	Teores de potássio em matéria seca de plantas de maracujazeiro amarelo submetidas a lâminas de irrigação 100% (A) e 70% da ETc (B) e a doses de P ₂ O ₅ em solo sem matéria orgânica (- - -), com esterco bovino (—) e cama de frango (....).	55
Figura 9.	Teores de cálcio em matéria seca de plantas de maracujazeiro amarelo submetidas a lâminas de irrigação 100% (A) e 70% da ETc (B) e a doses de P ₂ O ₅ em solo sem matéria orgânica (- - -), com esterco bovino (—) e cama de frango (....).	56
Figura 10.	Teores de magnésio em matéria seca de plantas de maracujazeiro amarelo submetidas a lâminas de irrigação 100% (A) e 70% da ETc (B) e a doses de P ₂ O ₅ em solo sem matéria orgânica (- - -), com esterco bovino (—) e cama de frango (....).	57
Figura 11.	Teores de enxofre em matéria seca de plantas de maracujazeiro amarelo submetidas a lâminas de irrigação 100% (A) e 70% da ETc (B) e a doses de P ₂ O ₅ em solo sem matéria orgânica (- - -), com esterco bovino (—) e cama de frango (....).	58
Figura 12.	Teores de cobre em matéria seca de plantas de maracujazeiro amarelo submetidas a lâminas de irrigação 100% (A) e 70% da ETc (B) e a doses de P ₂ O ₅ em solo sem matéria orgânica (- - -), com esterco bovino (—) e cama de frango (....).	60

Figura 13.	Teores de ferro e em matéria seca de plantas de maracujazeiro amarelo submetidas a lâminas de irrigação 100% (A) e 70% da ETc (B) e a doses de P_2O_5 em solo sem matéria orgânica (- - -), com esterco bovino (—) e cama de frango.	61
Figura 14.	Teores de manganês em matéria seca de plantas de maracujazeiro amarelo submetidas a lâminas de irrigação 100% (A) e 70% da ETc (B) e a doses de P_2O_5 em solo sem matéria orgânica (- - -), com esterco bovino (—) e cama de frango (....).	62
Figura 15.	Teores de zinco em matéria seca de plantas de maracujazeiro amarelo submetidas a lâminas de irrigação 100% (A) e 70% da ETc (B) e a doses de P_2O_5 em solo sem matéria orgânica (- - -), com esterco bovino (—) e cama de frango (....).	63
Figura 16.	Teores de boro em matéria seca de plantas de maracujazeiro amarelo submetidas a lâminas de irrigação 100% (A) e 70% da ETc (B) e a doses de P_2O_5 em solo sem matéria orgânica (- - -), com esterco bovino (—) e cama de frango (....).	64
Figura 17.	Teores de sódio em matéria seca de plantas de maracujazeiro amarelo submetidas a lâminas de irrigação 100% (A) e 70% da ETc (B) e a doses de P_2O_5 em solo sem matéria orgânica (- - -), com esterco bovino (—) e cama de frango (....).	65

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO III

Figura 1.	Precipitação pluviométrica mensal registrada durante condução do experimento no período de fevereiro de 2016 a março de 2017, Tianguá-CE, 2018.	78
Figura 2.	Temperatura média mensal (A) e umidade relativa (B) registrada durante condução do experimento no período de fevereiro de 2016 a março de 2017, Tianguá CE.	79
Figura 3.	Número de frutos de maracujazeiro amarelo 'BRS SC1' em função da aplicação de fósforo (A) e do fornecimento de insumos orgânicos (B).	85
Figura 4.	Produtividade de plantas maracujazeiro amarelo 'BRS SC1' submetidas a lâminas de irrigação (A) em função da aplicação de fósforo e do fornecimento de matéria orgânica (B).	86
Figura 5.	Diâmetro longitudinal dos frutos (DLF) de maracujazeiro amarelo 'BRS SC1' submetidos a lâminas de irrigação 100% (A) e 70% da ETc (B) e a doses de P_2O_5 em solo sem matéria orgânica (- - -), com esterco bovino (—) e cama de frango (....).	89
Figura 6.	Diâmetro transversal dos frutos (DTF) de maracujazeiro amarelo 'BRS SC1' submetidos a lâminas de irrigação 100% (—) e 70% da ETc (- - -) e doses de P_2O_5	90
Figura 7.	Espessura da casca de maracujazeiro amarelo 'BRS SC1' submetidos a lâminas de irrigação 100% (A) e 70% da ETc (B) e a doses de P_2O_5 em solo sem de matéria orgânica (- - -), com esterco bovino (—) e cama de frango (....).	91
Figura 8.	Rendimento de polpa de maracujazeiro amarelo 'BRS SC1' submetidos a lâminas de irrigação 100% (A) e 70% da ETc (B) e a doses de P_2O_5 em solo sem fornecimento de matéria orgânica (- - -), com esterco bovino (—) e com cama de frango (....).	93
Figura 9.	Teor de sólidos solúveis de maracujazeiro amarelo 'BRS SC1' submetidos a lâminas de irrigação 100% (A) e 70% da ETc (B) e a doses de P_2O_5 em solo sem fornecimento de matéria orgânica (- - -), com esterco bovino (—) e com cama de frango (....).	95

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1.	Caracterização física e química do solo quanto à fertilidade na profundidade de 0-40 cm, antes da instalação do experimento.	7
Tabela 2.	Caracterização química do esterco bovino e cama-de-frango utilizados na adubação orgânica.	8
Tabela 3.	Caracterização química da água de irrigação utilizada durante o experimento.	10
Tabela 4.	Resumo das análises de variância do pH do solo, fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) do solo cultivado com plantas de maracujazeiro amarelo cultivar 'BRS SC1' em função da lâmina de irrigação (Li), matéria orgânica (MO) e adubação com fósforo (P).	12
Tabela 5.	Resumo das análises de variância do alumínio (Al), acidez titulável (H+Al), soma de bases (SB), capacidade catiônica do solo (CTC) e matéria orgânica no solo cultivado com plantas de maracujazeiro amarelo cultivar 'BRS SC1' em função da lâmina de irrigação (Li), matéria orgânica (MO) e adubação com fósforo (P).	16
Tabela 6.	Valores do teste F da análise de verossimilhança para altura das plantas de maracujazeiro amarelo submetidas a lâminas de irrigação, doses de fósforo e fontes de matéria orgânica.	21
Tabela 7.	Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes aos valores de diâmetro do caule (DC), poda da haste principal (PHP) e ramos produtivos (RP).	24

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

Tabela 1.	Caracterização física e química do solo quanto à fertilidade na profundidade de 0-40 cm, antes da instalação do experimento.	40
Tabela 2.	Caracterização química do esterco bovino e cama-de-frango utilizados na adubação orgânica.	41
Tabela 3.	Caracterização química da água de irrigação utilizada durante o experimento.	43
Tabela 4.	Valores do teste F da análise de verossimilhança referente aos dados de clorofila <i>a</i> <i>b</i> e <i>total</i> das plantas de maracujazeiro amarelo submetidas a lâminas de irrigação, doses de fósforo e fontes de matéria orgânica.	45
Tabela 5.	Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes aos valores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na matéria seca de maracujazeiro amarelo.	51
Tabela 6.	Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes aos valores de boro (B), cobre (Cu) e ferro (Fe), manganês (Mn), Zinco (Zn) e Sódio (Na) na matéria seca de maracujazeiro amarelo.	59

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO III

Tabela 1.	Caracterização física e química do solo quanto à fertilidade na profundidade de 0- 40 cm, antes da instalação do experimento.	79
Tabela 2.	Caracterização química do esterco bovino e cama-de-frango utilizados na adubação orgânica.	80
Tabela 3.	Caracterização química da água de irrigação utilizada durante o experimento.	82
Tabela 4.	Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes aos valores número de frutos (NF), massa média dos frutos (MMF) produção por planta (PP) e produtividade (PROD).	84
Tabela 5.	Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes aos valores de diâmetro longitudinal dos frutos (DLF), diâmetro transversal dos frutos (DTF) espessura de casca (EC) de maracujazeiro amarelo.	88
Tabela 6.	Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes aos valores rendimento de polpa (RP) acidez titulável (AT), pH do suco (pH), sólidos solúveis (SS) e a relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT). ..	92

MEDEIROS, Sherly Aparecida da Silva. **Fertilidade do solo, nutrição, fisiologia e produção do maracujazeiro amarelo sob irrigação e adubação organomineral**. Areia, Paraíba, Brasil. 2018. 103f. Tese (Doutorado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. Lourival Ferreira Cavalcante (Orientador). José Adeilson Medeiros do Nascimento (Co-orientador).

APRESENTAÇÃO

O maracujazeiro amarelo exerce expressão econômica e social relevante para a Serra da Ibiapaba, mesorregião Noroeste do Ceará. Tendo em vista que o cultivo do maracujá nessa região é realizado, em sua maioria em solos de baixa fertilidade, principalmente no tocante a fósforo, e que a mesma sofre com a limitação de água para irrigação, objetivou-se avaliar as respostas do maracujazeiro amarelo Sol do Cerrado - 'BRS SC1' sob lâminas de irrigação, adubação fosfatada e orgânica. Um experimento foi desenvolvido no município de Tianguá – CE. Os tratamentos foram organizados em parcela subdivididas obedecendo ao esquema $2 \times (3 \times 5)$, sendo a parcela principal as lâminas de irrigação (100 e 70% da ETc) e as subparcelas as combinações entre fontes de matéria orgânica (sem e com, utilizando esterco bovino e cama de frango) e as doses de fósforo (0, 40, 80, 120, 160 de P_2O_5 kg ha⁻¹). Os tratamentos foram distribuídos em quatro blocos casualizados e as subparcelas foram constituídas por três plantas. Os insumos orgânicos foram fornecidos de modo a elevar o nível de matéria orgânica do solo para 4%. As doses de fósforo foram oriundas do superfosfato simples (18% P_2O_5 , 12% S, 20% Ca), fornecidas 50% no preparo das covas e 50% no início da floração. Os resultados foram distribuídos em três capítulos, a seguir. Capítulo - I. Atributos químicos do solo e crescimento biométrico do maracujazeiro amarelo sob irrigação e adubação organomineral. A aplicação de fósforo e cama de frango contribuíram para o aumento dos teores de fósforo, potássio e elevou a capacidade de troca catiônica do solo, independente das lâminas de irrigação. O crescimento vegetativo das plantas foi influenciado positivamente pela aplicação de fósforo e cama de frango. A redução do volume de água aplicado de 100 para 70% da evapotranspiração da cultura não comprometeu a emissão dos ramos produtivos das plantas de maracujá. p.1-34. Capítulo - II. Aspectos fisiológicos e composição mineral foliar em maracujazeiro amarelo sob irrigação e adubação organomineral. A interação dos fatores estudados não interferiu significativamente nas variáveis fisiológicas, no entanto os fatores isolados lâmina de água e matéria orgânica, interferiram na variável eficiência do uso da água e no índice de clorofila *a*, *b* e *total*, respectivamente. As plantas de maracujazeiro amarelo estavam nutricionalmente adequadas em nitrogênio, enxofre, zinco, ferro e boro independente da lâmina de irrigação fornecida, mas estavam deficientes em fósforo, potássio, cálcio, magnésio, cobre e manganês. p.35- 72. Capítulo - III. Produção e qualidade de frutos de maracujazeiro amarelo sob lâminas de irrigação e adubação organomineral. As plantas responderam a interação lâmina de água \times doses de fósforo e isoladamente ao fornecimento de cama de frango. A redução no volume de água aplicada em até 30% da evapotranspiração da cultura do maracujazeiro, não acarretou em perda na produtividade. Dentre as fontes orgânicas a cama de frango contribuiu para obtenção de maior número de frutos e maior produtividade. As doses de fósforo entre 90 e 100 kg ha⁻¹ e a cama de frango interferiram positivamente as características físico-química dos frutos de maracujá. p.73-103.

MEDEIROS, Sherly Aparecida da Silva. **Soil fertility, nutrition, physiology and production of yellow passion fruit under irrigation and organo-mineral fertilization.** Areia, Paraíba, Brasil. 2018. 103f. Thesis (Doctorate in Agronomy). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. Lourival Ferreira Cavalcante (Advisor). José Adeilson Medeiros do Nascimento (Co-advisor).

PRESENTATION

Yellow passion fruit is a crop of relevant economic and social importance for the Serra da Ibiapaba, mesoregion of Northwest of the Ceará state. Considering that the cultivation of passion fruit in this region is carried out, mostly in soils of low fertility, specially phosphorus, and that this region goes under limitation of water for irrigation, the objective of this study was to evaluate the responses of the yellow passion fruit Sol do Cerrado - 'BRS SC1', under irrigation depths, phosphate and organic fertilization. One experiment was carried out in the municipality of Tianguá -CE. The treatments were arranged in subdivided plots in a $2 \times (3 \times 5)$ design, where the main plot corresponded to the irrigation depths (100 and 70% ETC) and the subplots corresponding to the combinations between sources of organic matter (with and without, using bovine manure and poultry litter) and phosphorus doses (0, 40, 80, 120, 160 of P_2O_5 kg ha⁻¹). The treatments were distributed in four randomized blocks and the subplots consisted of three plants. The organic inputs were provided in order to raise the level of soil organic matter to 4%. Phosphorus doses were obtained from simple superphosphate (18% P_2O_5 , 12% S, 20% Ca), that were applied 50% during the preparation of pits and 50% at the beginning of the flowering stage. The results were presented in three chapters. Chapter I. Chemical properties of the soil and biometric growth of yellow passion fruit under irrigation and organo-mineral fertilization. The application of phosphorus and Poultry litter contributed to the increase of phosphorus, potassium and elevated the cation exchange capacity of the soil, independently of the irrigation depths. The vegetative growth of the plants was positively influenced by the application of phosphorus and poultry litter. The decrease of water volume from 100 to 70% of crop evapotranspiration did not compromise the emission of the productive branches of the passion fruit plants. p.1-34. Chapter II. Physiological aspects and leaf mineral composition in yellow passion fruit under irrigation and organo-mineral fertilization. The interaction of the studied factors did not interfere significantly in the physiological traits, however, the isolated factors of water depth and organic matter interfered in the water use efficiency and in the chlorophyll index *a*, *b* and *total*, respectively. The yellow passion fruit plants were nutritionally adequate in nitrogen, sulfur, zinc, iron and boron independently of the supplied irrigation depth but were deficient in phosphorus, potassium, calcium, magnesium, copper and manganese. p.35-72. Chapter III. Production and quality of yellow passion fruit under irrigation depth and organo-mineral fertilization. The plants responded to the interaction of water \times doses of phosphorus and isolated to the supply of poultry litter. The decrease of volume of water applied in up to 30% of the evapotranspiration of the passion fruit crop, did not cause losses in productivity. Among the organic sources, poultry litter provided a greater number of fruits and higher productivity. Phosphorus doses between 90 and 100 kg ha⁻¹ and poultry litter interfered positively in the physico-chemical properties of passion fruit. p.73-100.

CAPÍTULO I
FERTILIDADE DO SOLO E CRESCIMENTO DO MARACUJAZEIRO AMARELO SOB
IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL

RESUMO

O maracujazeiro amarelo exerce papel socioeconômico nas médias e pequenas propriedades da Serra da Ibiapaba. O cultivo da frutífera nessa região é realizado, em sua maioria em solos de baixa fertilidade, principalmente em fósforo, também sofre com limitação de água para irrigação, nesse sentido o objetivo do trabalho foi avaliar a fertilidade do solo e o crescimento vegetativo do maracujazeiro amarelo Sol do Cerrado submetido a lâminas de irrigação, adubação fosfatada e orgânica. O experimento foi desenvolvido no município de Tianguá - CE. Os tratamentos foram organizados em parcela subdivididas obedecendo o esquema $2 \times (3 \times 5)$, sendo a parcela principal as lâminas de irrigação (100 e 70% da ETc) e as subparcelas as combinações entre fontes de matéria orgânica (sem e com, utilizando esterco bovino e cama de frango) e as doses de fósforo (0, 40, 80, 120, 160 de P_2O_5 kg ha⁻¹). Os tratamentos foram distribuídos em quatro blocos casualizados e as subparcelas foram constituídas por três plantas. Os insumos orgânicos foram fornecidos de modo a elevar o nível de matéria orgânica do solo para 4%. As doses de fósforo foram oriundas do superfosfato simples (18% P_2O_5 , 12% S, 20% Ca), fornecidas 50% no preparo das covas e 50% no início da floração. A fertilidade do solo foi avaliada pelos teores de: fósforo, potássio, magnésio, cálcio, matéria orgânica, alumínio, acidez tocável, capacidade de troca catiônica e soma de bases. Nas plantas foram avaliados o crescimento em altura, diâmetro do caule, período para a poda da haste principal e ramos reprodutivos. Os dados foram submetidos à análise de variância. As médias referentes à adubação orgânica e as lâminas de irrigação foram comparadas pelo de Tukey a 5% de probabilidade as doses de fósforo por regressão polinomial. Para processamento dos dados foi utilizado o software SAS (2011). O fósforo e a cama de frango contribuíram para o aumento dos teores de fósforo, potássio e capacidade de troca catiônica do solo. A redução da lâmina de irrigação, de 100 para 70% da evapotranspiração da cultura, não comprometeu a emissão dos ramos produtivos. A adubação fosfatada e a cama de frango estimularam o crescimento das plantas de maracujazeiro amarelo.

Palavras chave: *Passiflora edulis*, componentes de fertilidade, lâminas de água, crescimento.

ABSTRACT

Yellow passion fruit is a crop of socioeconomic importance in the medium and small properties of the Serra da Ibiapaba. The cultivation of the fruit in this region is usually performed in soils of low fertility, especially in phosphorus, that also goes under water limitation for irrigation. Based on that, the objective of this study was to evaluate the soil fertility and the vegetative growth of yellow passion fruit 'Sol do Cerrado' submitted to different irrigation depths, phosphate and organic fertilization. The experiment was carried out in the municipality of Tianguá - CE. The treatments were organized in a subdivided plot using a $2 \times (3 \times 5)$ design, where the main plot corresponded to the irrigation depths (100 and 70% ETc) and the subplots corresponded to the combinations between sources of organic matter (with and without, using bovine manure and poultry litter) and phosphorus doses (0, 40, 80, 120, 160 of P_2O_5 kg ha⁻¹). The treatments were distributed in four randomized blocks and the subplots consisted of three plants. The organic inputs were provided in order to raise the level of soil organic matter to 4%. Phosphorus doses were obtained from simple superphosphate (18% P_2O_5 , 12% S, 20% Ca), that were applied 50% during the preparation of pits and 50% at the beginning of the flowering stage. The following soil properties were evaluated: phosphorus, potassium, magnesium, calcium, organic matter, aluminum, acidity, cation exchange capacity and sum of bases. The growth in height, stem diameter, period for pruning of the main stem and reproductive branches of the plants were evaluated. Data were submitted to analysis of variance. The means of the treatments under organic fertilization and irrigation depths were compared by the Tukey test at 5% probability and the phosphorus doses by polynomial regression, using the software SAS (2011). Phosphorus and poultry litter contributed to the increase of phosphorus and potassium content, and cation exchange capacity of the soil. The reduction of the irrigation depth, from 100 to 70% of the evapotranspiration of the crop, did not compromise the emission of the productive branches. Phosphate fertilization and poultry litter stimulated the growth of the yellow passion fruit plants.

Keywords: *Passiflora eduli*, fertility components, water depth, growth.

1. INTRODUÇÃO

O maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims) apresenta expressão econômica e social relevante para a Serra da Ibiapaba, mesorregião Noroeste do Ceará, sendo cultivado na maioria das pequenas e médias propriedades durante todo o ano e depende irrigação. A frutífera dentre as mais de 400 espécies do gênero *Passiflora* é o mais consumido, representando mais de 95% dos pomares comerciais devido à qualidade dos seus frutos, vigor, produtividade e rendimento em suco. O cultivo do maracujazeiro amarelo constituiu uma alternativa rentável por oferecer rápido retorno econômico, bem como a oportunidade de uma receita distribuída pela maior parte do ano (MELETTI, 2011).

Dentre as limitações para o sucesso da passicultura na região da Serra da Ibiapaba destaca-se a baixa fertilidade dos solos. Apesar da importância da adubação fosfatada e nutrição para rendimento viável do maracujazeiro amarelo (SANTOS et al., 2014) a maioria dos trabalhos maracujazeiro amarelo tem se preocupado apenas com a fase de formação da muda (PRADO et al., 2005, GURGEL et al., 2007, DAVID et al., 2008, FEY et al., 2010), poucas informações tem sido disponibilizadas na literatura científica a nível de campo.

Nos últimos oito anos houve retração na área explorada com maracujá no Brasil, respectivamente, em 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016 e 2017 a área colhida foi de 62.177, 61.631, 57.848, 57.277, 56.825, 51.187, 49.927 e 41.090 hectares respectivamente, com rendimento médio sempre em torno de 14 t ha⁻¹ (IBGE, 2017). Isto significa que apesar dos avanços na pesquisa agrícola e investimentos em novos genótipos, a cadeia produtiva desta frutífera ainda apresenta problemas que em parte devem estar relacionados à inadequação adubação e nutrição das plantas, o que resulta em baixas produtividades. Associada a esses fatores também está a necessidade de irrigação nos plantios em áreas onde a pluviosidade é restrita ou a distribuição das chuvas seja irregular (GONDIM et al., 2009).

Estudos direcionados à adubação adequada, nutrição mineral e irrigação das plantas são fatores essenciais para garantir o aumento de produtividade e a expansão da maracujacultura no Brasil. A nutrição mineral é um dos fatores que mais contribuem para o aumento desenvolvimento, produtividade e a qualidade dos frutos, principalmente em solos de regiões tropicais, geralmente de baixa fertilidade (NASCIMENTO et al., 2011).

O fósforo, apesar de exigido em pequenas quantidades, exerce importância no crescimento inicial das plantas por atuar no processo de armazenamento e transferência de energia, estando diretamente envolvido na absorção ativa de nutrientes, inclusive no maracujazeiro amarelo (BRASIL; NASCIMENTO, 2010). No entanto, a maioria dos

trabalhos referentes à adubação fosfatada no maracujazeiro amarelo são mais frequentes na formação das mudas que no crescimento e produção.

A exigência do maracujazeiro amarelo em fósforo é relativamente pequena em comparação ao nitrogênio e potássio, sendo considerados adequados teores entre 4,0 e 5,0 g kg⁻¹ na matéria seca foliar (MALAVOLTA et al., 1997), mas apesar de pouco exigido é o quarto nutriente mais acumulado na matéria seca foliar do maracujazeiro amarelo e o nutriente aplicado em maiores quantidades nas adubações realizadas no Brasil. Este fato relaciona-se à sua baixa dinâmica nos solos, aliada à sua forte tendência de ser fixado e de reagir com outros componentes como o ferro, o alumínio e o cálcio, dentre outros, formando compostos de baixa solubilidade (LIMA et al., 2007).

Embora com comprovada eficácia verificada em diversos trabalhos (TECCHIO et al., 2005; NASCIMENTO et al., 2011) ao longo dos anos, a adubação mineral, principalmente fosfatada, deveria ser mais explorada em áreas produtoras de maracujá na Serra da Ibiapaba e quando utilizada é na maioria das vezes utilizando informações superficiais, devido a falta de informações específicas para a região.

Com relação aos insumos orgânicos, o esterco bovino é fonte preferida para o fornecimento de matéria orgânica para o solo (NASCIMENTO et al., 2017). No entanto, a utilização de outras fontes mais ricas em nutrientes como cama de frango, que é abundante na região da Ibiapaba, pode elevar produtividade do maracujazeiro amarelo. O carbono orgânico contido nesses materiais é fonte de energia para massa microbiana do solo, melhora as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, e é uma opção importante para a manutenção de práticas agrícolas sustentáveis (FINK et al., 2016; YANG et al., 2016).

Nesse sentido objetivou-se avaliar a fertilidade do solo e o crescimento do maracujazeiro amarelo 'BRS Sol do Cerrado' sob lâminas de irrigação e adubação organomineral.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização, clima e solo

O experimento desenvolvido no Instituto Federal do Ceará, município de Tianguá-CE, Serra da Ibiapaba no período de março de 2016 à março de 2017. O clima da região é do tipo Aw', segundo Koeppen (ALVAREZ et al., 2014), que significa tropical com estação seca de inverno e chuvas de verão. A precipitação total registrada no período do experimento foi de 691,8 mm (Figura 1), uma temperatura média de 23,4°C e umidade relativa de 75% (Figura 2). O experimento foi desenvolvido no período de fevereiro de 2016 à março de 2017, em uma área de Neossolo Quartzarênico (EMBRAPA, 2013). Antes do início do experimento foi coletada uma amostra composta de seis amostras simples de solo da área experimental, na camada de 0 a 40 cm para caracterização química quanto fertilidade e física (Tabela 1) e empregando as metodologias contidas em Embrapa (2017).

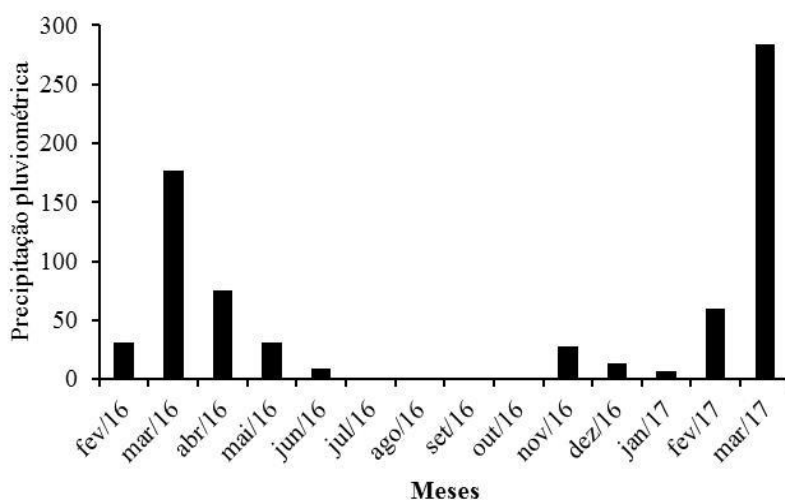


Figura 1. Precipitação pluviométrica mensal registrada durante condução do experimento no período de março de 2016 a março de 2017, Tianguá-CE.

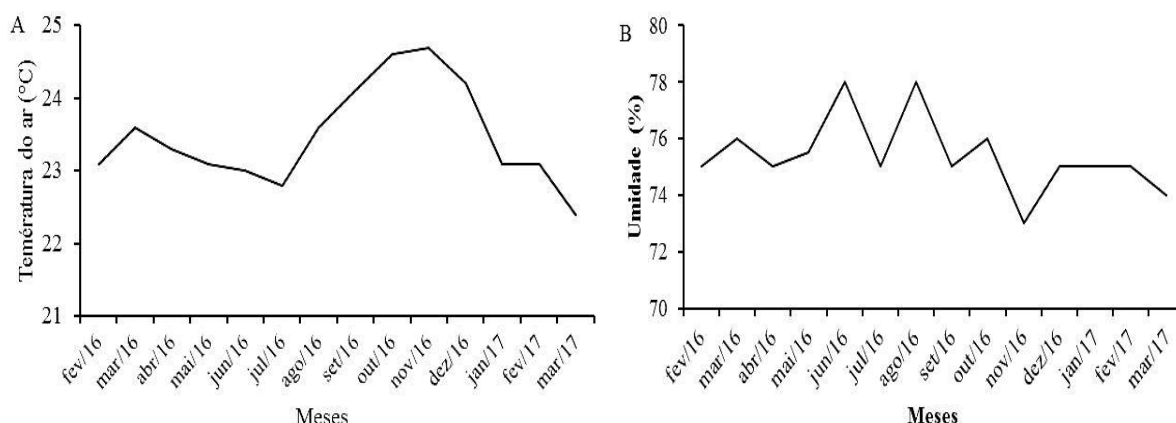


Figura 2. Temperatura média mensal (A) e umidade relativa (B) registrada durante condução do experimento no período de fevereiro de 2016 a março de 2017, Tianguá CE.

Tabela 1. Caracterização química e física do solo quanto à fertilidade na profundidade de 0 - 40 cm, antes da instalação do experimento.

Atributos químicos ¹		Atributos físicos ²	
pH H ₂ O (1:2,5)	5,4	Areia total (g kg ⁻¹)	746
P (mg dm ⁻³)	5,5	Silte (g kg ⁻¹)	111
K ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,16	Argila (g kg ⁻¹)	143
Na ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,01	Ad (g kg ⁻¹)	68,30
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,30	Grau de flocculação (%)	52,23
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,75	Densidade do solo (kg dm ⁻³)	1,47
SB (cmol _c dm ⁻³)	2,22	Densidade de partícula (kg dm ⁻³)	2,65
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,15	Porosidade total (m ³ m ⁻³)	0,45
H ⁺ +Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,95	Umidade a - 0,033MPa (g kg ⁻¹)	120
PST	0,24	Umidade a - 1,500 MPa (g kg ⁻¹)	90
CTC (cmol _c dm ⁻³)	4,17	Adi (g kg ⁻¹)	30,00
V(%)	53,24	Classificação textural:	Franco Arenoso
MO (g kg ⁻¹)	19,50		

pH (potencial hidrogeniônico) em água; P (fósforo), K⁺ (potássio) e Na⁺ (sódio) com extrato Mehlich 1; Ca²⁺ (cálcio), Mg²⁺ (magnésio) e Al³⁺ (alumínio) com extrator KCl 1 M; H⁺ + Al³⁺ (hidrogênio mais alumínio) com extrator acetato de cálcio 0,5 M a pH 7,0; SB (soma de bases) = K⁺ + Na⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺; CTC (capacidade de troca de cátions) = SB + H⁺ + Al³⁺; V (saturação por bases) = (SB/CTC) x 100; PST (percentagem de sódio trocável) = (Na⁺/CTC) x 100; m (saturação por alumínio) = (Al³⁺/CTC) x 100; MO (matéria orgânica) = carbono orgânico x 1,724, método Walkley-Black;

²Granulometria pelo método do densímetro, dispersante NaOH 1 M; Ad (argila dispersa em água); Gf (grau de flocculação) = ((argila total - Ad)/argila total) x 100; Ds (densidade do solo); Dp (densidade de partícula); PT (porosidade total) = (Dp - Ds)/Dp.

2.2. Delineamento experimental

Os tratamentos foram organizados em parcela subdivididas obedecendo ao esquema 2 x 3 x 5, sendo a parcela principal as lâminas de irrigação (100 e 70% da ETc) e as subparcelas as combinações entre fontes de matéria orgânica (sem e com, utilizando esterco bovino e cama de frango) e as doses de fósforo (0, 40, 80, 120, 160 de P₂O₅ kg ha⁻¹). Os tratamentos foram

distribuídos em quatro blocos casualizados e as subparcelas foram constituídas por três plantas.

As covas foram abertas nas dimensões de 40 cm × 40 cm × 40 cm, nas distâncias de plantio de 2,5 m entre linhas e 3,0 m entre plantas. Pelo baixo teor de cálcio e pH abaixo de 5,5 foi fornecido calcário dolomítico com PRNT de 91%, CaO = 32% e MgO = 15% segundo recomendação de Cavalcanti et al. (2008), aplicado 30 dias antes da preparação das covas.

O esterco bovino e a cama de frango foram caracterizados quimicamente conforme metodologia contida em EMBRAPA (2017). Esses adubos foram aplicados para elevar a matéria orgânica do solo de 1,9 para 4%, fornecidas 50% no preparo das covas juntamente com o calcário e o restante no início da floração das plantas simultaneamente com a segunda aplicação das doses de fósforo.

Tabela 2. Caracterização química do esterco bovino e cama-de-frango utilizados na adubação orgânica.

Variável	Insumos Orgânicos	
	Esterco Bovino	Cama de frango
Matéria Orgânica (g kg ⁻¹)	712,7	705,3
Nitrogênio (g kg ⁻¹)	14,5	14,8
Fósforo total (g kg ⁻¹)	6,4	13,6
Potássio (g kg ⁻¹)	10,4	15
Cálcio (g kg ⁻¹)	1,44	4,5
Magnésio (g kg ⁻¹)	7,00	2,80
Enxofre (g kg ⁻¹)	0,00	0,00
Ferro (g kg ⁻¹)	4,67	2,10
Manganês (mg kg)	684,09	168,93
Cobre (mg kg)	53,43	0,00
Zinco (mg kg)	71,31	15,22
Boro (mg kg)	100	0,00
Sódio (mg kg)	400	230
Cinzas (g kg ⁻¹)	284,3	294,7
Umidade (g kg ⁻¹)	52,2	39,0
Densidade (g dm ⁻³)	0,51	0,20
Soma de NPK (g kg ⁻¹)	31,8	40,4
pH	7,7	6,10

2.3. Formação das mudas, transplantio e condução

As sementes do híbrido Sol do Cerrado foram adquiridas da Empresa Agrocinco *seeds e value*. As mudas foram produzidas em estufa telada, em bandejas de 162 células, utilizando como substrato vermiculita e fibra de coco lavada. O transplantio foi realizado na primeira semana de março de 2016, as mudas na ocasião estavam em média com 25 cm de altura, obtendo-se 100% do pegamento das mesmas. As plantas foram conduzidas em sistema de

espaldeira vertical simples composta por um arame liso nº 12 instalado no topo de estacas com 2,20 m de altura. O cálculo dos insumos orgânicos cama de frango e esterco bovino com 2,27 e 1,66% na primeira aplicação e 1,14 e 1,04% na segunda, foi feito para elevar o teor de matéria orgânica do solo de 1,9 % para 4% foi feito empregando a expressão abaixo de Nascimento et al. (2016):

$$DFO = (NMOA - NMOE) \times Vc \times ds \times Ui / TMOi \quad (1)$$

Onde:

DFO = Dosagem da fonte orgânica a ser aplicada nas covas (kg por cova)

NMOA = Nível da matéria orgânica a ser atingida (g kg^{-1})

NMES = Nível da matéria orgânica existente no solo (g kg^{-1})

Vc = volume da cova (cm^3)

ds = Densidade do solo (g cm^{-3})

Ui = Umidade do insumo (%)

TMOi = Teor de matéria orgânica existente no insumo.

2.4. Aplicação dos tratamentos

As doses de fósforo 0, 40, 80, 120 e 160 kg ha^{-1} P_2O_5 foram fundamentadas na dosagem recomendada de 80 kg ha^{-1} P_2O_5 sugerida por Cavalcanti (2008) para o maracujazeiro amarelo no estado de Pernambuco. Esse valor foi reduzido para 80, 40 e 0 e aumentada para 120 e 160. As respectivas doses foram fornecidas na forma de superfosfato simples (18% P_2O_5 , 12% S, 20% Ca), aplicadas 50% na preparação das covas e a outra metade no início da floração das plantas.

Os insumos orgânicos esterco bovino (EB) e cama de frango (CF) (Tabela 2) e as doses de fósforo foram fornecidos 50% no preparo das covas e o restante no início da floração. Os insumos orgânicos foram aplicados de modo a elevar o teor de matéria orgânica do solo, que era 1,9 % para 4%. As doses referentes a 100% do esterco bovino e da cama de frango são respectivamente 2,4 kg de esterco bovino 3,0 kg de cama de frango, fornecidos em cada aplicação de 50% de cada fonte orgânica.

2.5. Adubação de cobertura

A adubação em cobertura com N e K foi realizada de acordo com recomendação de Cavalcanti et al. (2008) para cultura do maracujazeiro no Estado de Pernambuco. Ambos os nutrientes foram fornecidos na forma de ureia (45% N) e cloreto de potássio (60% K_2O), respectivamente aos 30 e 60 dias após o transplante nos níveis de 15 g de N e 7,5 K_2O ., respectivamente. Na floração e aos 90 dias foram fornecidos 22,5 e 11,25 g de N e K_2O .

2.6. Irrigação e controle de doenças

A irrigação foi por gotejamento, usando dois gotejadores iDrop tipo autocompensante de carga hidráulica com vazão de $7,8 \text{ L h}^{-1}$, por planta distanciados de 20 cm do caule. A frequência de irrigação foi a cada dois dias, com lâminas (100 e 70%) aplicadas com base na evapotranspiração da cultura - ET_c pelo produto da evapotranspiração de referência - ET_o . E evapotranspiração de referência foi estimada pelo produto da evaporação de tanque classe 'A' pelo fator 0,75 para obtenção da ET_o , adotando os coeficientes de cultivo - k_c adotados, nas distintas fases fenológicas da cultura, conforme Souza et al. (2009) para a Vale do Curu, Pentecoste, CE, foram 0,69, 0,92, 1,08 na fase inicial até os primeiros 70 dias após o plantio - DAP, fase vegetativa dos 71 aos 110 DAP e fase reprodutiva, dos 111 até o final da colheita. A água utilizada para irrigação das plantas foi de um poço tubular próximo à área experimental foi avaliada conforme Richards (1954) e apresenta a caracterização analisada quanto à salinidade conforme Tabela 3.

Tabela 3. Caracterização química da água de irrigação utilizada durante o experimento.

pH	CE	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	SO_4^{-2}	CO_3^{-2}	HCO_3^-	Cl^-	RAS	Classe
	dS m^{-1}	$\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$									
4,9	0,62	0,12	0,32	5,00	0,62	1,33	0,00	0,00	5,75	10,67	C_2S_2

$\text{RAS} = \text{Na}^+ / [(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})/2]^{1/2}$

2.7. Variáveis analisadas

2.7.1. No solo

No início do florescimento foram coletadas amostras simples de solo de cada quadrante das covas, na profundidade de 20 cm e transformadas em amostra composta por subparcela para a avaliação da fertilidade do solo macronutrientes (EMBRAPA, 2017).

2.7.2. Nas plantas

O crescimento das plantas em altura foi medido quinzenalmente com trena métrica até as plantas atingirem 10 cm acima da espaldeira de 2,2 m, quando foi podado o broto terminal. O diâmetro do caule foi medido com paquímetro digital no dia do transplântio para padronização das mudas e aos 30, 60, 90, 120, 150, 180 e aos 210 DAP na altura de 10,0 cm da superfície do solo. O crescimento das plantas em altura também foi avaliado no período do transplântio ao atingir 10,0 cm acima do arame de sustentação - espaldeira (2,20 m) quando é podada a haste principal para emissão de dois ramos laterais para a emissão dos ramos produtivos. Essa avaliação, conforme (DINIZ, 2009), tem o objetivo de caracterizar o

tratamento que mais estimulou e o que mais inibiu o crescimento das plantas em altura. O crescimento biométrico das plantas também foi avaliado aos 160 DAP pela contagem dos ramos produtivos (CAVALCANTE et al., 2007).

2.8. Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando o teste F ($p \leq 0,05$), para verificar os efeitos dos fatores isoladamente e suas interações. A comparação entre as fontes de matéria orgânica e lâminas de irrigação foi feita pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$) e as doses de fósforo por regressão utilizando o software SAS[®]University (CODY, 2015). Os dados de altura foram submetidos a análise de verossimilhança utilizando o teste F ($p \leq 0,05$) para verificar os efeitos dos fatores.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Atributos químicos do solo

O pH e o Ca do solo não respondeu a nenhuma fonte de variação e nem da interação entre elas. Os teores de fósforo no solo sofreram interferência das ações isoladas das fontes de matéria orgânica e das doses de fósforo. Já, os teores de potássio no solo respondeu significativamente a interação $M \times P$. Os teores de magnésio foram influenciados significativamente pela ação isolada das doses de fósforo e fontes de matéria orgânica.

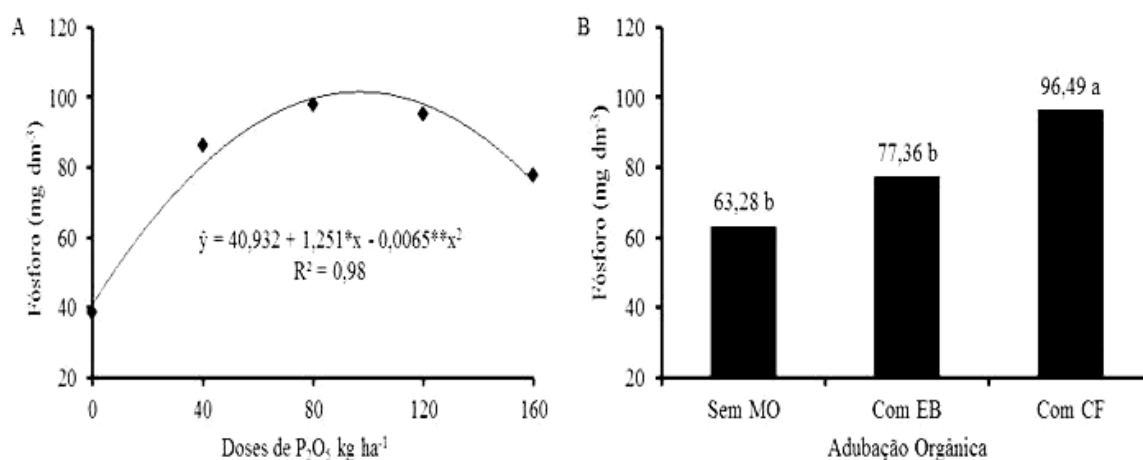
Tabela 4. Resumo das análises de variância do pH do solo, fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) do solo cultivado com plantas de maracujazeiro amarelo cultivar 'BRS SC1' em função da lâmina de irrigação (Li), matéria orgânica (MO) e adubação com fósforo (P).

FV	GL	Quadrados Médios (QM)				
		pH	P	K	Ca	Mg
Bloco	2	16,642 ^{ns}	99,510 ^{ns}	0,044*	0,086 ^{ns}	0,00 ^{ns}
Li	1	9,473 ^{ns}	15179 ^{ns}	0,382 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,012 ^{ns}
Resíduo (a)	2	20,295 ^{ns}	908,942 ^{ns}	0,133 ^{ns}	0,254 ^{ns}	0,1103 ^{ns}
M	2	17,394 ^{ns}	8339,026*	0,546**	1,384 ^{ns}	0,337**
P	4	18,298 ^{ns}	10394**	0,001 ^{ns}	0,674 ^{ns}	0,124*
M x P	8	18,319 ^{ns}	2841,771 ^{ns}	0,073*	0,280 ^{ns}	0,034 ^{ns}
Li x P	4	20,156 ^{ns}	2616,1448 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,025 ^{ns}
Li x M	2	17,394 ^{ns}	2129,583 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,00 ^{ns}
Li x M x P	8	18,358 ^{ns}	1669,055 ^{ns}	0,022 ^{ns}	0,681 ^{ns}	0,057 ^{ns}
Resíduo (b)	56	18,992	1975,742	0,0033	0,602	0,041
CV a (%)		89,37	38,00	92,00	39,82	72,05
CV b (%)		86,00	56,00	14,62	61,30	43,93

^{ns}, * e **: não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente
FV = Fonte de Variação; Li= lâmina de irrigação; M= Matéria Orgânica; P = Fósforo

Observou-se redução nos valores de pH quando comparado ao solo antes da instalação do experimento (Tabela 1), no entanto os valores obtidos não revelaram ação significativa das fontes de variação estudadas (Tabela 5), obtendo um valor médio de 4,58 (desvio padrão = 4,32). A redução do pH também foi registrada por Miyake (2016) pela ocasião da aplicação de fósforo.

Os teores de fósforo no solo responderam a ação isolada das doses de P_2O_5 aplicadas e do fornecimento de insumos orgânicos (Figura 3).



* e **: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente

Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

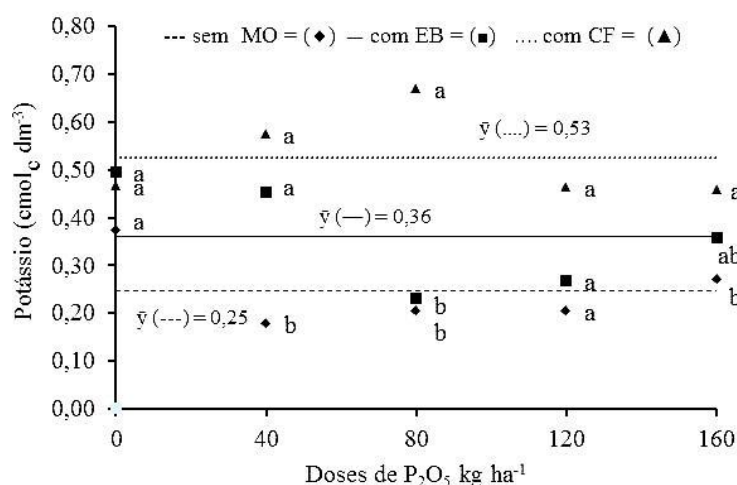
Figura 3. Teores de fósforo no solo após adubação com P_2O_5 (A) e fornecimento de fontes de matéria orgânica, sem MO (sem matéria orgânica), com EB (com esterco bovino) e com CF (com cama de frango) (B).

A adubação fosfatada elevou os teores de fósforo no solo até a dose máxima estimada de 96 kg de P_2O_5 ha⁻¹, a respectiva dose foi responsável pelo teor máximo de 101,12 mg dm⁻³ de fósforo no solo (Figura 3A), o que caracteriza teores elevados segundo Cavalcanti et al. (2008). Os dados estão de acordo com os encontrados por Brasil & Nascimento (2010) e Miyake (2016), em solo cultivado com maracujazeiro amarelo onde a aplicação de doses de fósforo promoveu aumento na concentração do nutriente no solo. O aumento do fósforo em solos arenosos é relevante uma vez que esses tipos de solos apresentam baixa disponibilidade do nutriente na solução, além da baixa mobilidade e complexação do elemento a óxidos de ferro Fe e Al (MACHADO et al., 2012).

Quando as fontes de matéria orgânica foram avaliadas isoladamente (Figura 3B) verifica-se que houve superioridade nos valores correspondente ao fornecimento da cama de frango em relação aos demais insumos orgânicos, provavelmente pelo fato da mesma ser mais rica em nutrientes, a cama de frango atua como fertilizante (BOATENG et al., 2006, LEMOS et al., 2014) e provavelmente esses resultados são decorrentes da quantidade de fósforo contido no respectivo insumo (Tabela 2).

O comportamento do fósforo é diferenciado de acordo com as características de específica de cada local e também dependente da decomposição da matéria orgânica e a mineralização dos compostos orgânicos. Para Guppy et al. (2005) os compostos orgânicos oriundos da decomposição da matéria orgânica podem agir na disponibilização do fósforo. Dados registrados por Rós et al. (2014) ao avaliarem as propriedades químicas de um solo sob adubação organomineral constataram que o esterco de aves promoveu maiores teores de P no solo que o esterco bovino. Segundo Pacheco et al. (2018) a cama de frango foi responsável pelo aumento dos teores de fósforo no solo cultivado com mangueira Ubá (*Mangifera indica*) em consórcio com braquiária e sob adubação mineral, orgânica e organomineral.

O fornecimento de fósforo ao solo juntamente com as fontes orgânicas fornecidas resultou em diferenças significativas nos teores de potássio. O incremento das doses de fósforo associada à adição de matéria orgânica elevou os teores de potássio (Figura 4) comparativamente ao que solo apresentava antes da instalação do experimento (Tabela 1), o que o caracteriza como teores altos (CAVALCANTI et al. 2008).



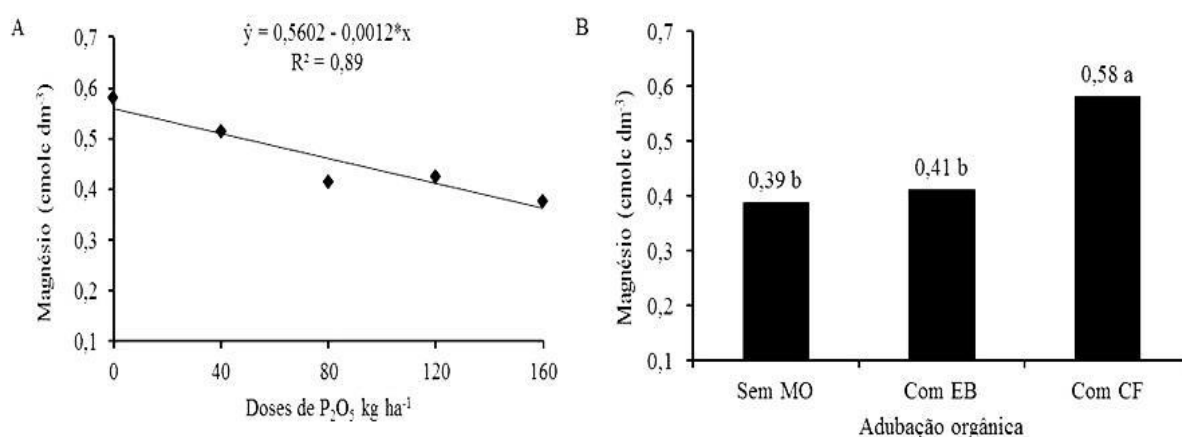
Médias seguidas das mesmas letras, em cada dose de fósforo não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade
Figura 4. Teores de potássio no solo cultivado com plantas maracujazeiro amarelo submetidas a doses de P₂O₅ em solo sem matéria orgânica (----), com esterco bovino (—) e cama de frango (.....).

Observa-se que os teores de potássio no solo foram na ordem de 0,25, 0,36 e 0,56 cmol_c dm⁻³ para o solo sem matéria orgânica, com esterco bovino e com cama de frango, respectivamente, revelando superioridade da cama de frango. A superioridade da cama de

frango e esterco bovino, em relação ao solo sem adição de qualquer uma das fontes é devido os insumos orgânicos também liberarem o nutriente para o solo (Tabela 2).

Os dados corroboram com os apresentados por Menezes et. al. (2008), Nascimento et al. (2012) e Nascimento (2013), ao registrarem que a aplicação de insumo orgânico elevou os teores de potássio no solo. O comportamento dos dados assemelham-se com os apresentados por Pacheco et al. (2018) ao relatarem aumento do potássio após a aplicação de cama de frango no solo cultivado com mangueira ubá (*Mangifera indica*).

Os teores de magnésio no solo foram influenciados significativamente de forma isolada pelas doses de fósforo e fontes de matéria orgânica (Figura 5). Verifica-se que o incremento nas doses de fósforo (Figura 5A) provocaram decréscimo nos teores de magnésio do solo, no entanto quando as fontes de matéria orgânica foram avaliadas isoladamente observa-se superioridade da cama de frango em relação ao fornecimento de esterco bovino, embora o teor deste elemento seja menor no respectivo insumo (Tabela 2), (Figura 5B).



^{ns}, * e **: não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente

Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Figura 5. Teores de magnésio no solo cultivado com plantas maracujazeiro amarelo submetidas a doses de P_2O_5 (A) e fornecimento de fontes de matéria orgânica, sem MO (sem matéria orgânica), com EB (com esterco bovino) e com CF (com cama de frango) (B)

A redução do nutriente provavelmente se deu pelos altos teores de potássio contido no solo (Figura 2) podendo ter provocado troca de parte do magnésio dos coloides do solo, deixando-o em solução onde é mais facilmente lixiviado, ou ainda está relacionada a competição do magnésio com o cálcio, uma vez que a fonte de fósforo utilizada possui em torno de 20% de cálcio em sua composição (DAMATTO JUNIOR et al., 2006, ERNANI et

al., 2007), o que pode ter causado uma competição pelos sítios de adsorção no solo, e na absorção pelas raízes. O comportamento dos dados de magnésio no solo estão em consonância com os registrados por Pacheco et al. (2018) os autores relevam supremacia da cama de frango em relação a outra fonte orgânica

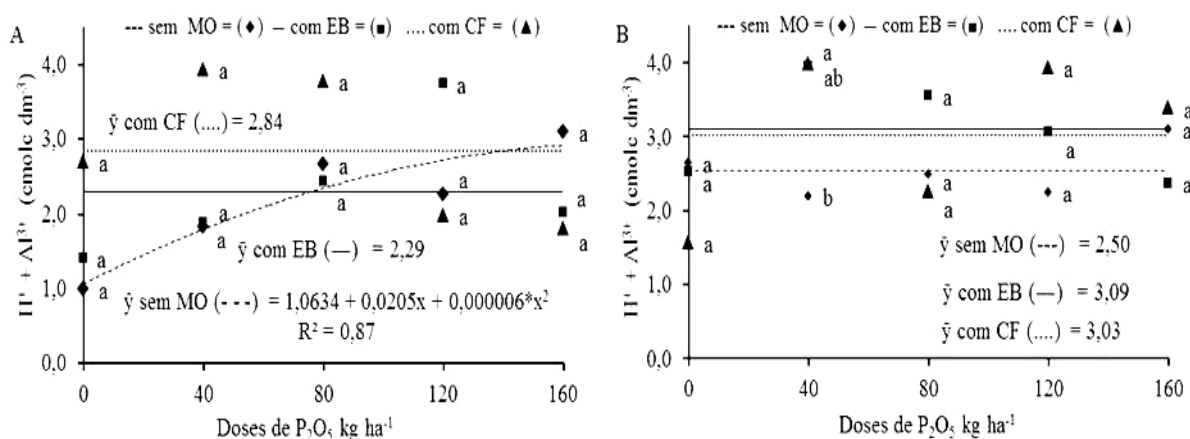
Pelos dados da análise de variância, verifica-se que os valores de alumínio (Al) no solo não respondeu significativamente a interação das lâminas de água, doses de fósforo e fontes de matéria e nem da ação isolada dos fatores (Tabela 5). Os teores de soma de base (SB) sofreu ação isolada das fontes de matéria orgânica. A capacidade de troca catiônica (CTC) e a os teores de matéria orgânica no solo sofreram interferência significativa da interação entre lâminas de água de irrigação × fontes de matéria orgânica × doses de fósforo.

Tabela 5. Resumo das análises de variância do alumínio (Al), acidez titulável (H+Al), soma de bases (SB), capacidade catiônica do solo (CTC) e matéria orgânica no solo cultivado com plantas de maracujazeiro amarelo cultivar 'BRS SC1' em função da lâmina de irrigação (Li), matéria orgânica (MO) e adubação com fósforo (P).

FV	GL	Quadrados Médios (QM)				
		H+Al ³⁺	Al ³⁺	SB	CTC	MO
Bloco	2	0,200 ^{ns}	0,0035 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,367 ^{ns}	38,145 ^{ns}
Li	1	5,193 ^{ns}	0,249 ^{ns}	0,273 ^{ns}	7,667 ^{ns}	62,167*
Resíduo (a)	2	1,686 ^{ns}	0,054 ^{ns}	1,253 ^{ns}	1,771 ^{ns}	12,810 ^{ns}
M	2	2,227 ^{ns}	0,027 ^{ns}	6,169*	14,815**	94,631**
P	4	2,149 ^{ns}	0,018 ^{ns}	0,745 ^{ns}	2,725 ^{ns}	5,689 ^{ns}
M x P	8	1,412 ^{ns}	0,027 ^{ns}	0,629 ^{ns}	2,574 ^{ns}	22,745 ^{ns}
Li x P	4	0,434 ^{ns}	0,025 ^{ns}	1,061 ^{ns}	1,921 ^{ns}	1,307 ^{ns}
Li x M	2	1,128 ^{ns}	0,015 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,998 ^{ns}	66,004 ^{ns}
Li x M x P	8	2,770*	0,079 ^{ns}	1,035 ^{ns}	3,586*	21,535*
Resíduo (b)	56	1,234	0,050 ^{ns}	0,830	1,376	9,5808
CV a (%)		48,22	7,40	52,81	27,63	27,04
CV b (%)		41,25	1,30	42,91	24,35	23,38

^{ns}, * e **: não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente
FV = Fonte de Variação; Li= lâmina de irrigação; M = Matéria Orgânica; P= Fósforo

A acidez potencial foi elevada com o aumento das doses de fósforo quando as plantas foram irrigadas com lâmina de água de 100% da evapotranspiração da cultura e sem adubação orgânica. Quando o solo recebeu esterco bovino e cama de frango os valores obtidos não se adequaram a nenhum modelo de regressão aplicado e ficaram representados pelas médias 2,29 e 2,84 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, respectivamente. Quando as plantas não receberam nenhum tipo de adubação orgânica os teores de $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ foram elevados com aumento das doses de fósforo, embora sem diferença estatística entre as fontes orgânicas (Figura 6A). Quando as plantas foram irrigadas com lâmina de 70% da ETc e adubadas com fósforo os valores obtidos com a associação dos insumos orgânicos também não se adequaram a nenhum modelo de regressão aplicado e por isso os resultados obtidos estão representados pelos teores médios 2,50, 3,09 e 3,03 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ para o solo sem matéria orgânica, com esterco bovino e com cama de frango, respectivamente (Figura 6B).



* e **: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente

Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

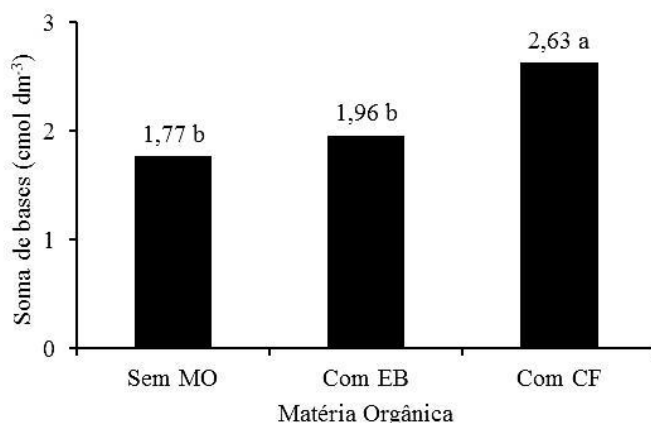
Figura 6. Teores de $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ no solo cultivado com plantas maracujazeiro amarelo submetidas a lâminas de irrigação 100% (A) e 70% da ETc (B) e a doses de P_2O_5 em solo sem matéria orgânica (- - -), com esterco bovino (—) e cama de frango (....).

Os teores de $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ independente das lâminas de água fornecidas, foram elevados com a aplicação dos tratamentos em relação ao que o solo continha antes da instalação do experimento (Tabela 1). A redução do pH do solo constatada nesta pesquisa pode ter sido a causa do aumento dos teores de $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$, uma vez que à medida que o pH do solo diminui a acidez potencial tende a aumentar, visto que o pH diz respeito aos prótons livres do solo (H^+) e a acidez potencial é a soma de ($\text{H} + \text{Al}$) (SANTOS et al., 2014b).

Quanto a influência dos insumos orgânicos, a mineralização do N orgânico e subsequente nitrificação também pode ter contribuído para a acidificação do solo, pois a biodegradação da matéria orgânica decomponível também pode causar acidificação no solo, decorrente da produção de ácidos orgânicos (ROZANE et al. 2013, MESQUITA et al., 2018).

Os resultados corroboram com os de Santos et al. (2014b) ao registraram aumento da acidez potencial do solo tratado com cama de frango em três camadas de solo avaliadas. O comportamento dos dados estão em consonância com os obtidos por Souza et al. (2014), os autores trabalhando em solo cultivado com goiaba (*Psidium guajava*) observaram incrementos dos teores de H^+Al no solo, ocasionado possivelmente pela mineralização de matéria orgânica.

A soma de bases do solo foi influenciada significativamente apenas pela aplicação de fontes de matéria orgânica (Figura 7).



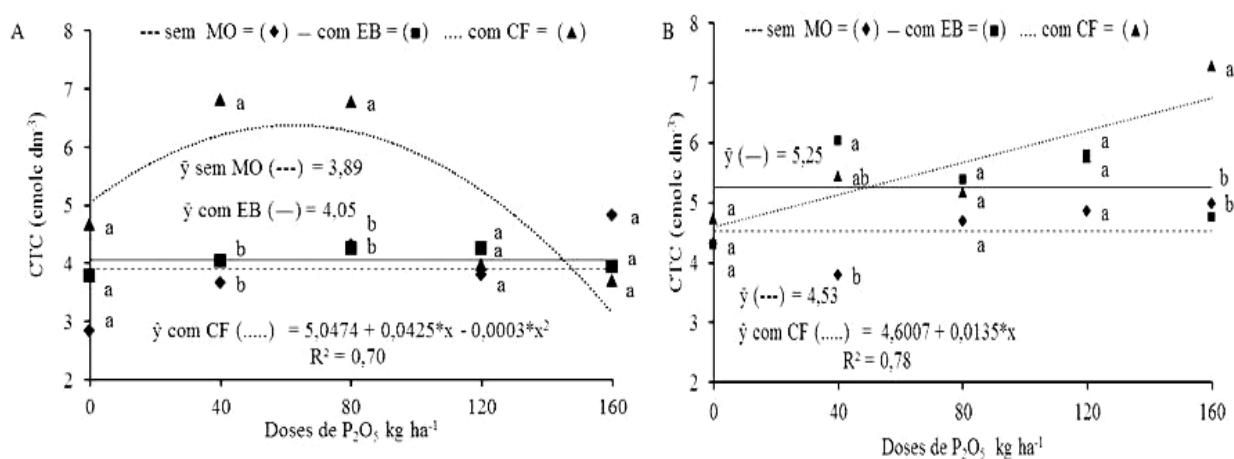
Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Figura 7. Soma de bases do solo cultivado com plantas maracujazeiro amarelo com fornecimento de insumos orgânicos, Sem MO (sem matéria orgânica), Com EB (com esterco bovino) e Com CF (com cama de frango).

A cama de frango proporcionou um aumento da soma de bases do solo, observa-se que o valor obtido é superior aos teores antes da aplicação dos tratamentos (Tabela 1). Esse aumento é atribuído a quantidade de potássio, cálcio e magnésio presentes no respectivo insumo orgânico (Tabela 2), principalmente fósforo (Figura 3) e potássio (Figura 4), que foram elevados consideravelmente após a aplicação dos insumos orgânicos no solo. Dados obtidos por Santos et al. (2004) e Guimarães et al. (2016) estão de acordo com os registrados neste trabalho, uma vez que os autores verificaram uma elevação da soma de bases do solo após a aplicação de cama de frango.

Observa-se que o incremento das doses de fósforo elevou a CTC até a dose máxima estimada de 71 kg de P_2O_5 quando as plantas foram irrigadas com a lâmina de água referente a 100% da evapotranspiração da cultura e foram adubadas com cama de frango (Figura 8A). Os dados obtidos quando o solo não recebeu nenhum tipo de fonte orgânica e quando recebeu esterco bovino não se ajustaram a nenhum modelo de regressão polinomial e ficaram representados pelas médias 3,89 e 4,05, respectivamente.

Com o fornecimento da lâmina de menor volume houve um aumento linear com incremento das doses de fósforo e fornecimento de cama de frango. Os valores obtidos no solo tratado sem nenhuma fonte orgânica e com esterco bovino não se adequaram a nenhum modelo de regressão e ficaram representados pelos valores médios de 4,53 e 5,25 respectivamente (Figura 8B).



* e **: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente

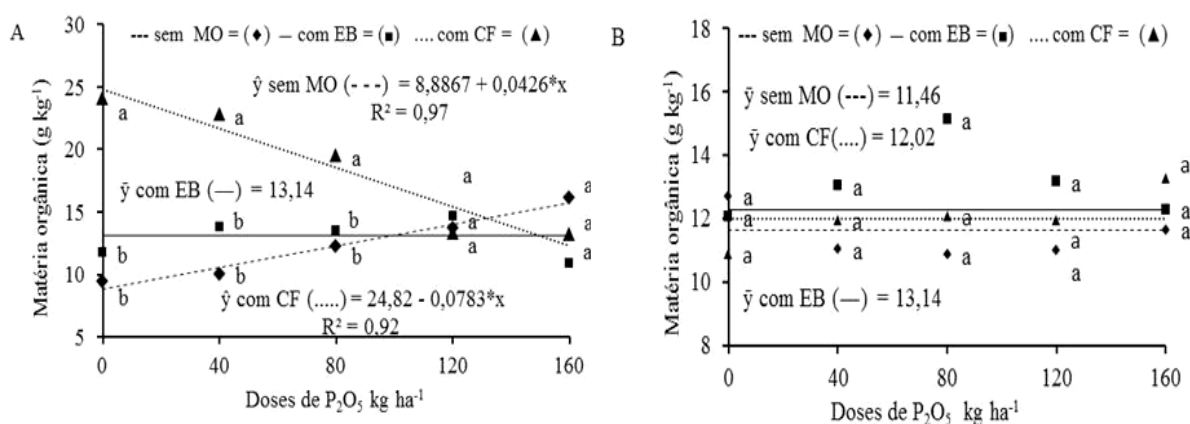
Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Figura 8. Capacidade de troca catiônica (CTC) no solo cultivado com plantas maracujazeiro amarelo submetidas a lâminas de irrigação 100% (A) e 70% da ETc (B) e a doses de P_2O_5 em solo sem fornecimento de matéria orgânica (---), com esterco bovino (—) e cama de frango (....).

Por outro lado, quando as plantas receberam a lâmina de irrigação referente a 70% da evapotranspiração, foram adubadas com fósforo e cama de frango a CTC do solo foi elevada linearmente da menor para a maior dose de fósforo. O fornecimento cama de frango contribuiu para adsorção de nutrientes e disponibilidade de nutrientes catiônicos (SOUZA et al., 2004; MENEZES; SILVA 2008). Dados registrados por Santos et al. (2014b) revelam superioridade da cama de frango, uma vez que constataram aumento da CTC do solo após a aplicação do insumo.

Quando o solo foi tratado com esterco bovino e irrigado com a lâmina de água de irrigação de 100% da evapotranspiração da cultura os valores de matéria orgânica no solo não se adequaram a nenhum modelo de regressão polinomial e, portanto ficou representado pela média 13,4 g kg⁻¹ (Figura 9A). Observa-se que quando o solo não recebeu nenhuma fonte orgânica, os teores de matéria orgânica permaneceram abaixo do que solo continha antes da aplicação dos tratamentos, mesmo com o aumento das doses de fósforo.

No entanto, o incremento nas doses de fósforo reduziu linearmente os teores de matéria orgânica da menor para a maior dose de fósforo aplicada, quando o solo recebeu adubação com cama de frango e a maior lâmina de água às plantas (Figura 9A), no entanto nessa situação as menores doses de fósforo foram responsáveis por elevar os teores de matéria orgânica no solo para o patamar médio que é superior 20 g kg⁻¹ (CAVALCANTI et al., 2008).



* e **: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente

Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Figura 9. Teores de matéria orgânica no solo cultivado com plantas maracujazeiro amarelo submetidas a lâminas de irrigação 100% (A) e 70% da ETc (B) e a doses de P₂O₅ em solo sem matéria orgânica (- - -), com esterco bovino (—) e cama de frango (....).

Observa-se que quando o solo foi irrigado com a lâmina de 70% da evapotranspiração da cultura (Figura 9B), os valores não se ajustaram a nenhum modelo de regressão aplicado estão representas pelas médias 11,46, 13,14 e 12,02 g kg⁻¹ para os tratamentos sem adubação orgânica, com esterco bovino e com cama de frango, respectivamente. Os valores observados estão abaixo do que o solo continha antes da instalação do experimento (Tabela 1).

A situação encontrada está em consonância com a registrada por Rodolfo Júnior (2007), ao concluir que o aumento de doses de insumo orgânico e a adubação mineral não

interferiram na matéria orgânica do solo cultivado com maracujazeiro amarelo, e diverge com o estudo realizado por Rós et al. (2013) que revelou que o fornecimento de esterco aumentou os teores de matéria orgânica do solo.

3.2. Componentes de crescimento

O crescimento vegetativo medido pela altura sofreu interferência significativa da interação idade das plantas \times doses de fósforo \times fontes de matéria orgânica (Tabela 6).

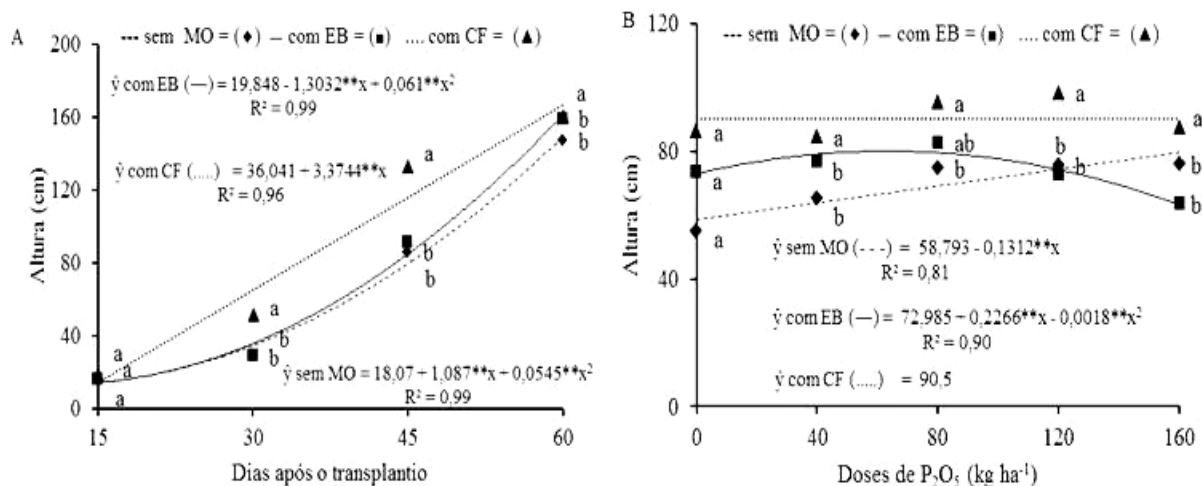
Tabela 6. Valores do teste F da análise de verossimilhança para altura das plantas de maracujazeiro amarelo submetidas a lâminas de irrigação, doses de fósforo e fontes de matéria orgânica.

FV	GL	F
I	3	1401,41**
L	1	6,57 ^{ns}
M	2	33,75**
P	4	4,45**
I x L	3	1,15 ^{ns}
I x M	6	22,78**
L x M	2	0,27 ^{ns}
I x P	12	2,66**
L x P	4	1,23 ^{ns}
M x P	8	2,39**
I x L x M	6	0,26 ^{ns}
I x L x P	12	1,13 ^{ns}
I x M x P	24	1,35 ^{ns}
L x M x P	8	0,99 ^{ns}
I x L x M x P	24	0,77 ^{ns}

GL = grau de liberdade; ns = não significativo; * e ** respectivamente significativos para $p < 0,05$ e $p < 0,01$

I = idade das plantas; L = lâmina de água aplicada; M = matéria orgânica; P = fósforo

A altura das plantas de maracujazeiro amarelo foi influenciada significativamente pela interação idade \times fornecimento de insumos orgânicos (Figura 10A) e da interação doses de fósforo \times aplicação de insumos orgânicos (Figura 10B).



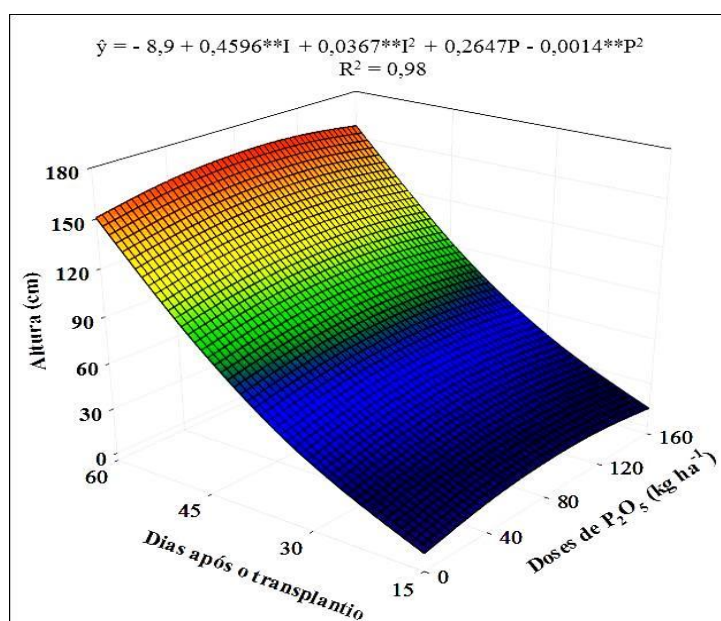
* e **: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente
Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Figura 10. Altura de maracujazeiro amarelo, em função da idade das plantas, no solo sem matéria orgânica (---), com esterco bovino (—) e cama de frango (.....) (A) e doses de P_2O_5 (B).

Os maiores valores em altura, aos 60 DAT (Figura 10A), foram verificados quando as plantas foram adubadas com cama de frango após 30 dias após o transplante. A superioridade cama de frango é resposta da concentração dos nutrientes presentes no insumo (Tabela 2), proporcionando uma distribuição mais equilibrada desses elementos, estimulando o crescimento das plantas. Observa-se que houve um decréscimo no crescimento das plantas adubadas com fósforo e esterco bovino (Figura 10B).

Possivelmente, a redução do crescimento das plantas com o aumento das doses de fósforo associada à aplicação de esterco bovino esteja relacionada ao excesso quanto ao elemento fósforo, que também estava presente no insumo orgânico fornecido (Tabela 2) portanto, as doses maiores constituíram excesso, o que é prejudicial e provoca redução do crescimento vegetal segundo Marschner (2012) e Callegari et al. (2012). Os valores de altura obtidos com a aplicação de cama de frango e fósforo, embora não tenha se ajustado a nenhum modelo de regressão aplicado foi superior às do solo sem nenhuma fonte orgânica e com esterco bovino a partir da dose de 40 $kg\ ha^{-1}$.

O crescimento em altura do maracujazeiro também sofreu efeitos significativos da interação entre doses de fósforo e idade das plantas (Figura 11).



* e **: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente

Figura 11. Altura de plantas de maracujazeiro amarelo em função da idade das plantas e fornecimento de doses de fósforo.

Verifica-se que a dose estimada 95 kg de P₂O₅ promoveu aos 60 dias após a emergência o maior valor de 163 cm. Os valores obtidos superam os registrados por Diniz (2009) e Nascimento (2010), que registraram uma altura máxima do maracujazeiro na ordem 110,9 cm em solo adubado com insumo orgânico aos 42 dias após o transplante e 149 cm aos 56 dias após o transplante, em solo irrigado com água não salina e sem adubação com NPK, respectivamente.

Apesar de o fósforo ser exigido em menores dosagens pelo maracujazeiro amarelo, em relação aos demais macronutrientes (CAVALCANTE et al., 2012), estimulou o crescimento em altura das plantas, haja vista que o nutriente estimula o crescimento inicial das plântulas por atuar no processo de armazenamento e transferência de energia, estando diretamente envolvido na absorção ativa de nutrientes (MARSCHNER, 2012, CHILDERS et al., 2011), constituindo-se elemento chave para o desenvolvimento das culturas (WANG et al., 2014).

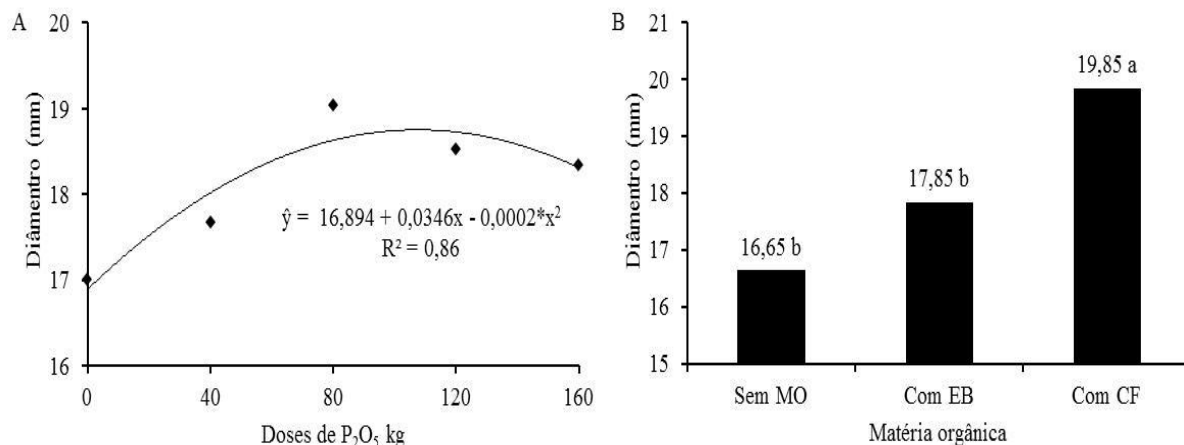
O diâmetro do caule (DC) das plantas de maracujazeiro amarelo foi influenciado significativamente pela ação isolada das doses de fósforo e fonte de matéria orgânica. A poda da haste principal (PHP) sofreu interferência significativa da interação matéria orgânica × doses de fósforo. Por outro lado, os ramos reprodutivos sofreram ação significativa de três fontes de variações lâmina de irrigação, doses de fósforo e fontes de matéria orgânica.

Tabela 7. Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes aos valores de diâmetro do caule (DC), poda da haste principal (PHP) e ramos produtivos (RP).

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios (QM)		
		DC	PHP	NRP
Bloco	3	10,082 ^{ns}	15,261 ^{ns}	14,179 ^{ns}
Li	1	10,541 ^{ns}	154,551 ^{ns}	177,36*
Resíduo (a)	3	4,164	15,474	14,1793
M	2	104,569**	1221,170 ^{ns}	43,414*
P	4	15,055**	69,012 ^{ns}	37,455*
M x P	8	5,596 ^{ns}	92,848**	6,188 ^{ns}
Li x P	4	3,280 ^{ns}	48,281 ^{ns}	9,401 ^{ns}
Li x M	2	0,088 ^{ns}	9,139 ^{ns}	3,043 ^{ns}
Li x M x P	8	4,11 ^{ns}	35,803 ^{ns}	8,757 ^{ns}
Resíduo (b)	84	3,795	29,367 ^{ns}	7,596
CV a (%)		28,48	21,35	63,78
CV b (%)		28,95	40,53	34,17

^{ns}, * e **: não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente
FV = Fonte de Variação; Li= lâmina de irrigação; M = Matéria Orgânica; P = fósforo

As doses de fósforo proporcionaram aumento do diâmetro caulinar até a dose máxima estimada de 87 kg ha⁻¹ de P₂O₅, atingindo valor máximo estimado de 18,40 mm (Figura 12A).



* e **: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente

Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

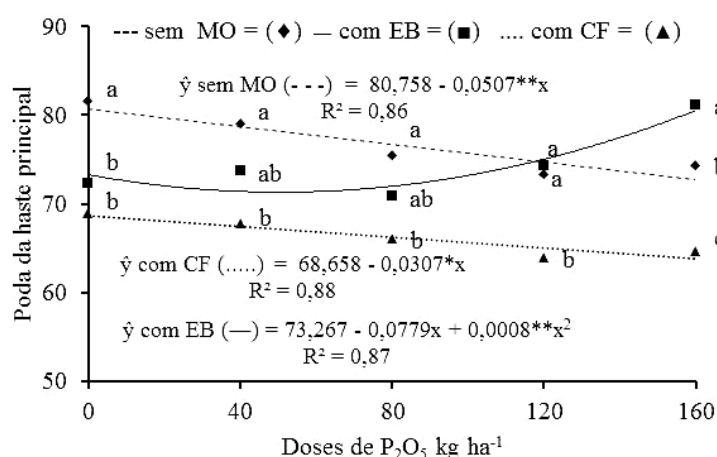
Figura 12. Diâmetro de plantas de maracujazeiro amarelo, aos 150 DAT, em função de doses de P₂O₅ (A) e fontes de matéria orgânica (B): sem nenhuma fonte (Sem MO), com esterco bovino (Com EB) e com cama de frango (Com CF).

O fósforo, conforme Brasil e Nascimento (2010), é um elemento essencial ao crescimento e produção do maracujazeiro amarelo. Os dados aos 150 DAT foram superiores aos registrados por Santos et al. (2014a) após avaliarem o diâmetro caulinar aos 180 DAT de plantas de maracujazeiro amarelo submetidas a adubação fosfatada obteve valor máximo estimado de 13,49 mm.

Quanto às fontes orgânica (Figura 12B) a ordem dos efeitos no diâmetro foi cama de frango>esterco bovino = solo sem nenhum dos respectivos insumos. Essa situação indica a necessidade de fornecimento de adubação orgânica no cultivo do maracujazeiro amarelo na Serra da Ibiapaba (CE). Os resultados positivos com a aplicação desses insumos deve está relacionado à mineralização da matéria orgânica para liberação de nutrientes às plantas (DAVID et al., 2008). Pelos resultados, a cama de frango revela-se promissora no cultivo do maracujazeiro amarelo devido o município de Tianguá (CE) pois as áreas circunvizinhas são produtoras, em grande escala, de avicultura. A supremacia da cama de frango ao esterco bovino pode ser resposta da sua maior composição em nitrogênio, fósforo, potássio (Tabela 2), (AZZEZ; AVERBEKE; OKOROGONA, 2010).

A cama de frango é rica em nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio (Tabela 2) essa propriedade torna essa fonte com potencial de uso para diversas culturas (FARIDULLAH et al., 2009), inclusive para o maracujazeiro. A alta concentração dos nutrientes citados provavelmente foram responsáveis pela obtenção de maior diâmetro caulinar quando as plantas foram adubadas com cama de frango.

O crescimento em altura, avaliado pelo período do transplântio à poda da haste principal, foi estimulado pelo aumento das doses de fósforo na seguinte ordem: esterco bovino > cama de frango > solo sem nenhum insumo orgânico (Figura 13).



* e **: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente

Figura 13. Período do transplântio das mudas à poda da haste principal das plantas de maracujazeiro amarelo, em função de doses de fósforo, em solo sem matéria orgânica (---), com esterco bovino (—) e cama de frango (.....).

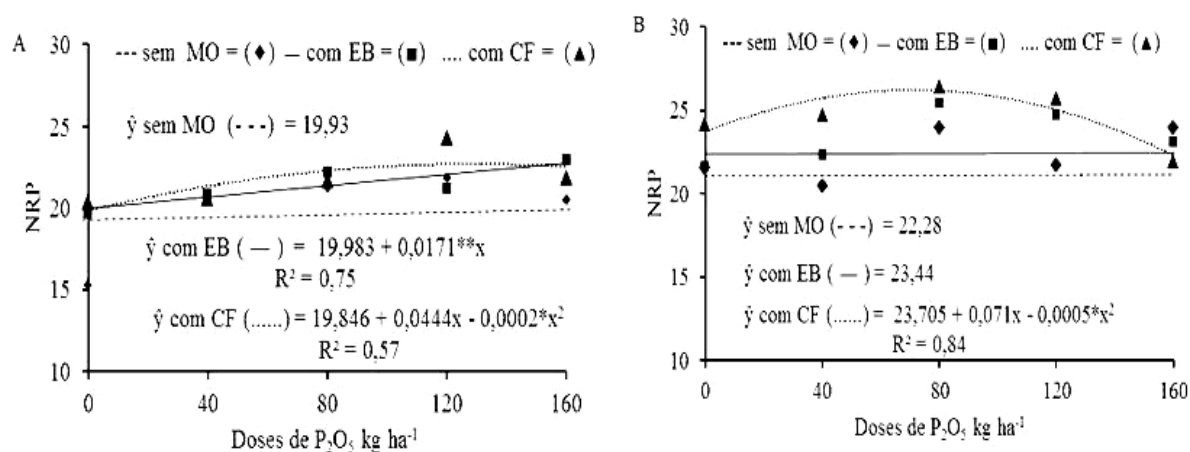
Ao considerar que a espaldeira foi instalada no topo das estacas a 2,2 m de altura do solo e as plantas foram podadas ao atingirem 10 cm acima da respectiva espaldeira, a altura total que cada planta cresceu foi de 2,3 m, descontado o valor médio de 25 cm, no dia do plantio das mudas, constata-se que as plantas do solo com cama de frango teve o período para a poda da haste principal antecipado de 69 para 65 dias revelando precocidade de 4 dias entre as plantas sem e com a maior dose de fósforo.

No solo com estero bovino, a precocidade ocorreu com aumento das doses de fósforo até a dose de 80 kg ha⁻¹ de P_2O_5 , mas o aumento de fósforo acima dessa dose inibiu o crescimento e retardou o período para a poda da haste principal do maracujazeiro amarelo. Essa situação, em geral, diverge da literaratura, em que a mistura de fósforo e esterco bovino estimulam o crescimento das plantas em geral (CARNEIRO et al., 2016). O retardamento da

poda da haste principal nos tratamentos com esterco bovino ocorreu em função do menor crescimento em altura das plantas com as doses 120 e 160 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e presença de adubação com esterco bovino, retardamento que pode ser em decorrência do excesso de nutrientes. O excesso de nutrientes provocado pelo aumento das doses de fósforo, associado ao fornecimento desse elemento via fornecimento de esterco bovino, como já mencionado pode ter acarretado estresse radicular no período inicial após o transplante, inibindo desta forma o crescimento das plantas.

Mesmo considerando o retardamento ocorrido no período da poda da haste principal em função da aplicação das doses de fósforo associado ao fornecimento de esterco bovino, o crescimento em altura não foi prejudicado, haja vista que o período normal do plantio a poda do broto terminal em um plantio convencional normalmente ocorre entre 70 e 90 dias (DANTAS, 2003).

O número de ramos produtivos aos 160 DAT respondeu significativamente aos fatores lâmina de água, doses de fósforo e fontes orgânicas (Figura 14).



* e **: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente

Figura 14. Número de ramos produtivos (NRP) em plantas de maracujazeiro amarelo, aos 160 DAT, sob irrigação com 100% (A) e 70 % da ETc (B) e doses de P₂O₅, no solo sem matéria orgânica (- - -), com esterco bovino (—) e cama de frango (.....).

A situação encontrada nesta pesquisa, diverge de Rodolfo Júnior et al. (2007) que não registraram ação significativa da interação entre adubação NPK e biofertilizante bovino sobre o número de ramos produtivos em plantas de maracujazeiro amarelo cultivadas em Remígio, estado da Paraíba. No entanto, está em consonância com os dados registrados por Cavalcante et al. (2006) ao verificarem interferência significativa de insumo orgânico na emissão de ramos produtivos.

Pelos resultados, independentemente da irrigação das plantas com a maior ou menor lâmina de água, a emissão de ramos produtivos foi superior nos tratamentos com cama de frango, nas doses máximas estimadas de 111 e 71 kg ha⁻¹ de P₂O₅ resultando nos maiores valores de 24 e 26 ramos entre as plantas irrigadas com lâmina de 100 (Figura 14A) e 70% da ETc (Figura 14B), respectivamente. Pela respectiva figura, constata-se que a redução da lâmina de irrigação de 100 para 70% da ETc, durante os primeiros 160 DAT não inibiu a emissão dos ramos produtivos do maracujazeiro amarelo BRS Sol do Cerrado, no município de Tianguá, CE. Comparativamente, os valores médios foram 24, 21 e 20 ramos por planta 26, 23 e 22 ramos por planta entre as plantas irrigadas com a maior e a menor lâmina de água, no solo com cama de frango, esterco bovino e no solo sem nenhuma das fontes.

Os ramos produtivos com oscilação de 20 a 24 e de 22 a 26 ramos planta⁻¹ entre as plantas irrigadas com a maior e a menor lâmina de água, em geral, assemelham-se aos 25 ramos planta⁻¹ de maracujazeiro amarelo, aos 180 DAT, tratado com doses crescentes de P₂O₅ (SANTOS et al., 2014a). Por outro lado, superam os 14 ramos por planta registrados por Campos et al. (2008) aos 150 DAT, em maracujazeiro amarelo, tratado com biofertilizante bovino e potássio. Em ambas as situações, constatam-se superioridades da cama de frango em comparação ao esterco bovino e ao solo sem nenhuma das fontes orgânicas.

4. CONCLUSÕES

O fósforo e a cama de frango contribuíram para o aumento dos teores de fósforo, potássio, e elevaram a capacidade de troca catiônica do solo;

A aplicação conjunta de fósforo e cama de frango estimulou o crescimento das plantas de maracujazeiro amarelo.

A redução da lâmina de irrigação, de 100 para 70% da evapotranspiração da cultura, não comprometeu a emissão do número de ramos produtivos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADELI, A.; SISTANI, K.R.; ROWE, D.E.; TEWOLDE, H. Effects of broiler litter applied to no-till and tillage cotton on selected soil properties. **Soil Science Society of American Journal**, v.71, p.974-983, 2007.

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014.

AZEEZ, J.O.; AVERBEKE, W.V.; OKOROGBONA, A.O.M. Differential responses in yield of pumpkin (*Cucurbita máxima* L.) and nightshade (*Solanum retroflexum* Dun.) to the application of three animal manures. **Bioresource Technology**, v. 101, n. 7, p.2499-2505, 2010.

BRASIL, E.C.; NASCIMENTO, E.V.S. Influência de calcário e fósforo no desenvolvimento e produção de variedades de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 3, p. 892-902, 2010.

BOATENG, S.A.; ZICKERMANN, J.; KORNAHRENS, M. Poultry manure effect on growth and yield of maize. West Africa J. **Applied Ecology**, v. 9, p.1-11, 2006.

BORGES, A. L., B. VAN RAIJ, A. F.J. MAGALHÃES, A. C.C. BERNARDI, LIMA A. A.. 2002. **Nutrição mineral, calagem e adubação do maracujazeiro irrigado**. Embrapa-CNPMF. Circular Técnica, v.50, p.1-8.

CALLEGARI, R. SOUSA, G.M.M.; MIRANDA, N.O., GOES, G.B.; SILVA, A.R.F. Produtividade de frutos e teores de nutrientes no solo durante um cultivo de meloeiro. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7, n.1, p.24-36, 2012.

CAMPOS, V. B.; CAVALCANTE, L. F.; MORAIS, T. A.; MENEZES JÚNIOR, J. C.; PRAZERES, S. S. Potássio, biofertilizante bovino e cobertura do solo: efeito no crescimento do maracujazeiro-amarelo. **Revista Verde**, v.1, n.3, p. 78-86. 2008.

CAVALCANTE, L.F.; CAVALCANTE, I.H.L.; RODOLFO JUNIOR, F.R.; CAVALCANTE, M.Z.B.; SANTOS, G.P. Leaf-Macronutrient Status and Fruit Yield of Biofertilized Yellow Passion Plants. **Journal of Plant Nutrition**, v. 35, 176-191, 2012.

CAVALCANTE, L. F. C.; SANTOS, G. D.; OLIVEIRA, F. A.; CAVALCANTE, I. H. L.; GONDIM, S. C.; BECKMAN-CAVALCANTE, M. B. Crescimento e produção do maracujazeiro em solo de baixa fertilidade tratado com biofertilizantes líquidos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.2, n.1, p.15-19, 2007.

CAVALCANTI, J. C. P (Coord.). **Recomendações de adubação para o estado do Pernambuco (2ª aproximação)**. 3. ed. Recife: Instituto Agrônomo do Pernambuco-IPA, 2008.160 p.

CHILDERS, D.L.; CORMAN, J.; EDWARDS, M. ELSER, J.J. Sustainability challenges of phosphorus and food: solutions from closing the human phosphorus cycle. **Bioscience**, v.61, p. 117-124, 2011.

CARNEIRO, J.S.S.; SILVA, P.S.S.; FREITAS, G.A.; SANTOS, A.C.; SILVA,R.R.. Resposta do gergelim à adubação com esterco bovino e doses de fósforo no sul de tocatins. **Revista Scientia Agrária**, v.17, p. 41-48, 2016.

CODY, R. 2015. **An introduction to sas university edition**. SAS Institute, Cary, North Carolina, USA.

DANTAS, J.D.N. **Aumento do número de ramos principais sobre a produtividade e nutrição mineral do maracujazeiro-amarelo**. 2003. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba.

DINIZ, A. A. **Aplicação de condicionantes orgânicos do solo e nitrogênio na produção e qualidade do maracujazeiro amarelo**. Areia: 2009. 98f. Tese (Doutorado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, Embrapa Produção de Informação, 2013. 342 p.

EMBRAPA . **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. Revisada e ampliada – Brasília, Embrapa, 2017.

ERNANI, P. R.; ROSCOE, R.; KURIHARA, C. H.; PEREIRA, N. F. Potássio In.: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B. NEVES, J. C. L. **Fertilidade do Solo**. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Cap. 9, 2007, p. 471-550.

FARIDULLAH, M. I.; IRSHAD, M.; YAMAMOTO, S.; HONNA, T.; ENEJI, A. E. Characterization of trace elements in chicken and duck litter ash. **Waste Management**, v. 29, n. 1, p. 265-271, 2008.

FEY, R.; ZOZ, T.; STEINER, F.; CASTAGNARA, D. D.; FERREIRA, D. Crescimento inicial de mudas de maracujazeiro amarelo em função de doses crescentes de superfosfato simples. **Revista Brasileira Ciências Agrárias**, v.5, n.3, p. 347-353, 2010.

GUIMARÃES,G;LANA,R.P.; REI, R.S.; VELOSO, C.M.; SOUSA,M.R.M; RODRIGUES,R. C.; CAMPOS,S.A. Produção de cana-de-açúcar adubada com cama de frango. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.17, n.4, p.617-625, 2016.

GUPPY, C. N.; MENZIES. N. W.; MOODY. P. W.; BLAMEY, F. P. C. Competitive sorption reactions between phosphorus and organic matter in soil: A review. **Australian Journal Soil Research**, Sidney, v. 43, n. 2, p. 189-202, 2005.

GONDIM, S.C.; CAVALCANTE, L.F. CAMPOS, V.C.; MESQUITA, E.F. GONDIM, P.C. Produção e composição foliar do maracujazeiro amarelo sob lâminas de irrigação. **Revista Caatinga**, v.22, n.4, p.100-107, 2009.

IFCE. Instituto Federal do Ceará, Tianguá, 2017. Disponível em <<http://intranet.tiangua.ifce.edu.br/clima/index.php>> Acesso em: 20 de Março. 2017.

LIMA, R.A.F.; MENDONÇA, V.; TOSTA, M.S.; REIS, L.L.; BISCARO, G.A. Fósforo e zinco no crescimento de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.37, n.4, p.251-256, 2007.

LEMO, M.S.; MAIA, E.; FERREIRA, E. STACHIW. Uso da cama de frango como adubo na agricultura. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia**, v. 3, n. 1, p. 57-68, 2014.

MACHADO, V.J.; SOUZA, C.H.E. Disponibilidade de fósforo em solos com diferentes texturas após aplicação de doses crescentes de fosfato monoamônico de liberação lenta. **Bioscience Journal**, v.28, p.1-7, 2012.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed., rev. atual. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.
MARSCHNER, P. Mineral Nutrition of Higher Plants. 3a ed. San Diego: Elsevier®, 2012.

MELETTI, L.M.M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. especial, p.83-91, 2011.

MENEZES, R. S. C.; SILVA, T. O. Mudanças na fertilidade de um Neossolo Regolítico após seis anos de adubação orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.3, p.251-257, 2008.

MIYAKE, R.T.M. **Nitrogênio, fósforo e potássio no estado nutricional, produtividade e qualidade do maracujazeiro amarelo**. Presidente Prudente, 2016.124f. (Tese (Doutorado em Agronomia).Universidade do Oeste Paulista-Unoeste.

NASCIMENTO, J.A. **Respostas do maracujazeiro amarelo e do solo com biofertilizante irrigado com água de baixa e alta salinidade**. Areia: 2010.101f.: il. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba.

NASCIMENTO, J.A. **Atributos químicos do solo, nutrição e produtividade de melancia em função da adubação com esterco e potássio**. 2013, 80f. Tese (Doutorado em Agronomia). Centro de ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2013.

NASCIMENTO, J.A.M.; CAVALCANTE, L.F.; DANTAS, S. G.; SILVA, S.A.; DIAS, T.J. Fertilidade de solo cultivado com maracujazeiro sob adubação organo-mineral e irrigação com água salina. **Revista Verde**, v. 7, n. 2, p 184-192, 2012.

NASCIMENTO, J.A.M.; CAVALCANTE, L.F.C.; DANTAS, S.A.G.; SILVA, S.A. Estado nutricional de maracujazeiro-amarelo irrigado com água salina e adubação organomineral. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. especial, p.729-735, 2011.

NASCIMENTO, J.A.M.; SOUTO, J.S.; PERREIRA, W.E.; MEDEIROS, S.A.S.; CAVALCANTE, L. F. Macronutrients in watermelon plants fertilized with potassium and cattle manure. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.20, n.9, p.836-840, 2016.

OLIVEIRA, A. N. P.; OLIVEIRA, A. P.; LEONARDO, F. A. P.; CRUZ, I. S.; SILVA, D. F. Yield of gherkin in response to doses of bovine manure. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 1, p. 100-102, 2009.

PACHECO, A.L.V.; PAGLIARINI, M.F.; FREITAS, G.B.; SANTOS, R.H.S.; SERRÃO,J.E.; ZANUNCIO,J.C. Mineral composition of pulp and production of the yellow passion fruit with organic and conventional fertilizers. **Food Chemistry**, p. 425-430, 2017.

PRADO, R.M.; VALE, D.W.; ROMUALDO, M,L. Fósforo na nutrição de mudas maracujazeiro. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, n. 3, p. 493-498, 2005.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo**. Piracicaba: Potafós, 1991. 343p.

RODOLFO JUNIOR, F. **Resposta do maracujazeiro-amarelo e da fertilidade do solo com biofertilizantes e adubação mineral com NPK**. 2007. 83f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

RÓS, A.B.; NARITA, N.; HIRATA, A.C.S. Produtividade de batata-doce e propriedades físicas e químicas de solo em função de adubação orgânica e mineral. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.1, p.205-214, 2014.

ROZANE, D.E.; TORRES, M.H.; SPUZA, H.A.; NATALE, W.; SILVA, S.M.G. Application of a byproduct of guava processing in na Ultisol in the presence and absence of mineral fertilization. **Revista Idesia**, v.31, n.3, p.89-96, 2013.

SANTOS, C.C.; BELLINGIERI, P.A.; FREITAS, J.C. Efeito da aplicação de compostos orgânicos de cama de frango nas propriedades químicas de um Latossolo Vermelho Escuro cultivado com sogro granífero *Sorghum bicolor* (L.). **Moench Científica**, v.32, n.2, p.134 - 140, 2004.

SANTOS, G. P. **Resposta do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg) à adubação fosfatada**. 2005, 41f. Trabalho de Conclusão de curso (Graduação em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

SANTOS, G.P.; LIMA NETO, A.J.; CAVALCANTE, L.F.; CAVALCANTE, I.H.L.; SOUTO, A.G.L. Crescimento e produção do maracujazeiro amarelo, sob diferentes fontes e doses de fósforo em cobertura. **Bioscience Journal**, v. 30, supplement 2, p. 525-533, 2014a.

SANTOS, L.B.; CASTAGNARA, D.D.; BULEGON, L.G.; ZOZ, T.; OLIVEIRA, P.S.R.; GONÇALVES JÚNIOR, A.F.; NERES, M.A. Substituição da adubação nitrogenada mineral pela cama de frango na sucessão aveia/milho. **Bioscience Journal**, v. 30, supplement 1, p. 272-281, 2014b.

SOUZA, M. S. M.; BEZERRA, F. M. L; VIANA, T. V. A; TEÓFILO, E. M; CAVALCANTE, Í. H. L. Evapotranspiração do Maracujá nas condições do Vale do Curu. **Revista Caatinga**, v. 22, n.2, 2009.

SOUZA, H. A.; ROZANE, D. E.; AMORIM, D.A.; MODESTO, V.C.; NATALE, W. Uso fertilizante do subproduto da agroindústria processadora de goiabas - atributos químicos do solo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 3, p. 713- 724, 2014.

TECCHIO, M. A.; DAMATTO JUNIOR, E. R.; LEONEL, S.; PEDROSO, C. J. Distribuição do sistema radicular do maracujazeiro-doce cultivado com adubação química e orgânica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n.2, p.324-326, 2005.

WANG, T., CAMPS-ARBESTAIN, HEDLEY, M. The fate of phosphorus of ar-rich biochars in a soil-plant system. **Plant e soil**: 375, p. 61-64, 2014.

CAPÍTULO II

ASPECTOS FISIOLÓGICOS E COMPOSIÇÃO MINERAL FOLIAR EM MARACUJAZEIRO AMARELO SOB IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL

RESUMO

A adubação fosfatada é pouco utilizada em áreas produtoras de maracujá da Serra da Ibiapaba-Ceará. A adubação orgânica por sua vez é realizada quase que exclusivamente com esterco bovino e/ou caprino na preparação das covas. No entanto, a utilização de outras fontes orgânicas mais ricas em nutrientes essenciais como cama de frango é abundante na região e pode contribuir com a fisiologia e nutrição das plantas de maracujá. Objetivou-se avaliar os aspectos fisiológicos e nutrição foliar do maracujazeiro amarelo Sol do Cerrado, submetido a lâminas de irrigação, fontes de matéria orgânica e doses de fósforo. O trabalho foi desenvolvido na área experimental do Instituto Federal do Ceará - Campus Tianguá. Os tratamentos foram organizados em parcela subdivididas obedecendo ao esquema $2 \times (3 \times 5)$, sendo a parcela principal as lâminas de irrigação (100 e 70% da ETc) e as subparcelas as combinações entre fontes de matéria orgânica (sem e com, utilizando esterco bovino e cama de frango) e as doses de fósforo (0, 40, 80, 120, 160 de P_2O_5 kg ha⁻¹). As doses de fósforo oriundas do superfosfato simples foram fornecidas 50% no preparo das covas e o restante no início da floração das plantas. Aos 40, 70, 100 e 130 DAT foram medidos os índices de clorofila *a*, *b* e *total* da quarta folha, completamente expandida, a partir do broto terminal do ramo terciário intermediário, usando medidor portátil Clorofilog Falker. No início da floração na folha diagnóstica dos ramos terciários intermediários foram obtidas a concentração interna de gás carbônico (Ci), transpiração (E), condutância estomática (gs), assimilação líquida de CO₂ (A), fluorescência inicial (Fo), fluorescência máxima (Fm), eficiência do uso de água (EUA), eficiência quântica (Fv-Fm) usando analisador de gás na fase infravermelho (IRGA), modelo LCpro-SD da BioScientific®. Após a avaliação fisiológica as mesmas folhas foram colhidas para avaliação do estado nutricional das plantas e os dados foram processados mediante o software SAS (2011). Exceto eficiência de uso da água - EUA que respondeu aos efeitos das lâminas de irrigação com superioridade das plantas tratadas com a lâmina de 70% em relação a de 100% evapotranspiração da cultura - ETc, as demais não responderam à ação da interação e de suas fontes de variação isoladas. Dentre os insumos orgânicos, a cama de frango proporcionou maiores índices de clorofila *a*, *b* e *total*, superando as plantas tratadas com esterco bovino e sem nenhuma das fontes orgânicas. As plantas no início da floração estavam adequadamente supridas em nitrogênio, enxofre, ferro, zinco e boro, mas estavam deficientes em fósforo, potássio, cálcio, magnésio, cobre e manganês.

Palavras chave: *Passiflora edulis*, nutrição, fisiologia, matéria orgânica.

ABSTRACT

Phosphate fertilization is not a well diffused practice in passion fruit producing areas of Serra da Ibiapaba- Ceará. The organic fertilization is performed almost exclusively with bovine and/or goat manure in the preparation of the pits. However, the use of other organic sources rich in essential nutrients such as poultry litter is abundant in the region and may contribute to the physiology and nutrition of this crop. The objective of this study was to evaluate the physiological and foliar nutrition aspects of the yellow passion fruit 'Sol do Cerrado', submitted to irrigation depths, sources of organic matter and phosphorus doses. This work was carried out in the experimental area of the Instituto Federal do Ceará - Campus Tianguá. The treatments were arranged in subdivided plots using a $2 \times (3 \times 5)$ design, where the main plot corresponded to the irrigation depths (100 and 70% ETc) and the subplots corresponded to the combinations between sources of organic matter (with and without, using bovine manure and poultry litter) and phosphorus doses (0, 40, 80, 120, 160 of P_2O_5 kg ha⁻¹). The doses of phosphorus from the single superphosphate were supplied 50% in the preparation of the pits and the remaining 50% at the beginning of the flowering stage. At 40, 70, 100 and 130 DAT, the chlorophyll *a*, *b* and *total* indexes of the fourth leaf, fully expanded, were measured from the terminal shoot of the intermediate tertiary branch using a Clorofilog Falker portable meter. At the beginning of the flowering stage, in the diagnostic leaf of intermediate tertiary branches, were measured the internal concentration of carbon dioxide (CO₂), transpiration (E), stomatal conductance (gs), net CO₂ assimilation (A), initial fluorescence (Fo), maximum fluorescence (Fm), water use efficiency (EUA) and quantum efficiency (Fv-Fm) using the infrared phase analyzer (IRGA), LCpro-SD model from BioScientific®. After the physiological evaluation, the same leaves were harvested to evaluate the nutritional status of the plants, data were processed using the software SAS (2011). With exception of the water use efficiency - EUA which responded to the effects of irrigation depths with superiority of the plants under the 70% irrigation depth compared to the plants under 100% evapotranspiration of the crop ETc, the others did not respond to the action of the interaction and their sources of variation. Among the organic inputs, the poultry litter provided higher levels of *a*, *b* and *total* chlorophyll, surpassing the plants treated with bovine manure and without any of the organic sources. Plants at the beginning of flowering stage were adequately supplied with nitrogen, sulfur, iron, zinc and boron but were deficient in phosphorus, potassium, calcium, magnesium, copper and manganese.

Keywords: *Passiflora edulis*, nutrition, physiology, organic matter.

1. INTRODUÇÃO

O maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims.) é uma frutadeira tropical nativa explorado comercialmente em todo território brasileiro, tanto nas regiões tropicais quanto nas subtropicais e encontra no Brasil condições favoráveis para seu cultivo, ocupando posição de maior produtor e consumidor mundial (FALEIRO; JUNQUEIRA, 2016). O cultivo desta frutífera apresenta expressão econômica e social relevante para a Serra da Ibiapaba, mesorregião Noroeste do Ceará, sendo cultivado na maioria das pequenas e médias propriedades durante todo o ano, possibilitado pela irrigação complementar.

Em 2017, a produção nacional do maracujá foi de 554,598 toneladas, sendo a região Nordeste responsável por, aproximadamente, 60% dessa produção. O Ceará contribuiu com 17% da produção nacional (IBGE, 2018). Apesar da importância para o país e para ao Nordeste o rendimento médio ainda encontra-se torno de 14 t ha⁻¹ (IBGE, 2017).

Isto significa que apesar dos avanços na pesquisa agrícola e investimentos em novos genótipos, a cadeia produtiva desta frutífera ainda apresenta problemas que em parte devem estar relacionados à inadequação adubação e nutrição das plantas, o que resulta em baixas produtividades. Além dos fatores mencionados devem ser considerados também os relacionados necessidade de irrigação nos plantios irrigados em áreas onde a pluviosidade seja deficiente ou a distribuição das chuvas seja irregular (LIRA et al., 2016).

O fósforo interfere positivamente no metabolismo das plantas, desempenhando papel importante no armazenamento e transferência de energia, na respiração e no processo fotossintético (MARSCHNER, 2012). Diante das funções exercidas pelo fósforo para a planta Nascimento et al. (2011) afirma que a nutrição mineral é um dos fatores que mais contribuem para o aumento desenvolvimento, produtividade e a qualidade dos frutos, principalmente em solos de regiões tropicais, geralmente de baixa fertilidade.

Com relação aos insumos orgânicos, o esterco bovino é fonte preferida pelos produtores para o fornecimento de matéria orgânica para o solo (NASCIMENTO et al., 2017). No entanto, a utilização de outras fontes mais ricas em nutrientes como cama de frango, que é abundante na região da Ibiapaba, podem elevar a produtividade do maracujazeiro amarelo. O carbono orgânico contido nesses materiais é fonte de energia para massa microbiana do solo, melhora as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, e é uma opção importante para a manutenção de práticas agrícolas sustentáveis (YANG et al., 2016).

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar a composição nutricional e os parâmetros fisiológicos das plantas de maracujazeiro amarelo submetidas a redução de lâmina de irrigação, adubação fosfata e matéria orgânica.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização, clima e solo

O experimento desenvolvido no Instituto Federal do Ceará, município de Tianguá-CE, Serra da Ibiapaba no período de março de 2016 à março de 2017. O clima da região é do tipo Aw', segundo Koeppen (ALVAREZ et al., 2014), que significa tropical com estação seca de inverno e chuvas de verão. A precipitação total registrada no período do experimento foi de 691,8 mm (Figura 1), uma temperatura média de 23,4°C e umidade relativa de 75% (Figura 2). O experimento foi desenvolvido no período de fevereiro de 2016 à março de 2017, em uma área de Neossolo Quartzarênico (EMBRAPA, 2013). Antes do início do experimento foi coletada uma amostra composta de seis amostras simples de solo da área experimental, na camada de 0 a 40 cm para caracterização química quanto fertilidade e física (Tabela 1) e empregando as metodologias contidas em Embrapa (2017).

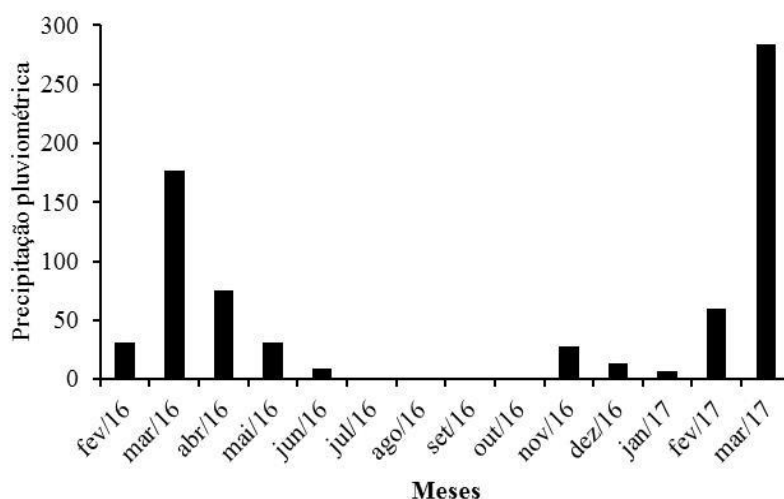


Figura 1. Precipitação pluviométrica mensal registrada durante condução do experimento no período de março de 2016 a março de 2017, Tianguá-CE.

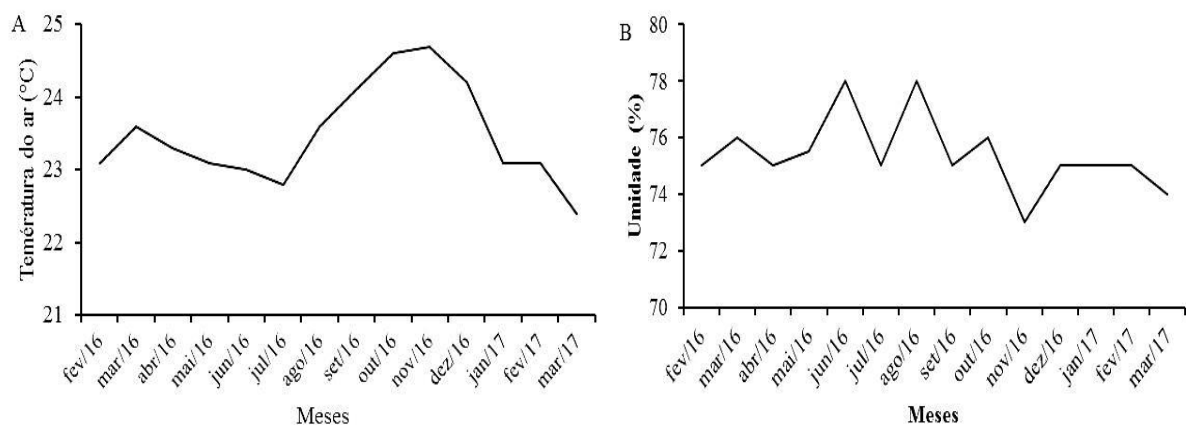


Figura 2. Temperatura média mensal (A) e umidade relativa (B) registrada durante condução do experimento no período de fevereiro de 2016 a março de 2017, Tianguá CE.

Tabela 1. Caracterização química e física do solo quanto à fertilidade na profundidade de 0 - 40 cm, antes da instalação do experimento.

Atributos químicos ¹		Atributos físicos ²	
pH H ₂ O (1:2,5)	5,4	Areia total (g kg ⁻¹)	746
P (mg dm ⁻³)	5,5	Silte (g kg ⁻¹)	111
K ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,16	Argila (g kg ⁻¹)	143
Na ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,01	Ad (g kg ⁻¹)	68,30
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,30	Grau de floculação (%)	52,23
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,75	Densidade do solo (kg dm ⁻³)	1,47
SB (cmol _c dm ⁻³)	2,22	Densidade de partícula (kg dm ⁻³)	2,65
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,15	Porosidade total (m ³ m ⁻³)	0,45
H ⁺ +Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,95	Umidade a - 0,033MPa (g kg ⁻¹)	120
PST	0,24	Umidade a - 1,500 MPa (g kg ⁻¹)	90
CTC (cmol _c dm ⁻³)	4,17	Adi (g kg ⁻¹)	30,00
V(%)	53,24	Classificação textural:	Franco Arenoso
MO (g kg ⁻¹)	19,50		

pH (potencial hidrogeniônico) em água; P (fósforo), K⁺ (potássio) e Na⁺ (sódio) com extrato Mehlich 1; Ca²⁺ (cálcio), Mg²⁺ (magnésio) e Al³⁺ (alumínio) com extrator KCl 1 M; H⁺ + Al³⁺ (hidrogênio mais alumínio) com extrator acetato de cálcio 0,5 M a pH 7,0; SB (soma de bases) = K⁺ + Na⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺; CTC (capacidade de troca de cátions) = SB + H⁺ + Al³⁺; V (saturação por bases) = (SB/CTC) x 100; PST (percentagem de sódio trocável) = (Na⁺/CTC) x 100; m (saturação por alumínio) = (Al³⁺/CTC) x 100; MO (matéria orgânica) = carbono orgânico x 1,724, método Walkley-Black;

²Granulometria pelo método do densímetro, dispersante NaOH 1 M; Ad (argila dispersa em água); Gf (grau de floculação) = ((argila total - Ad)/argila total) x 100; Ds (densidade do solo); Dp (densidade de partícula); PT (porosidade total) = (Dp - Ds)/Dp.

2.2. Delineamento experimental

Os tratamentos foram organizados em parcela subdivididas obedecendo o esquema 2 x 3 x 5, sendo a parcela principal as lâminas de irrigação (100 e 70% da ETc) e as subparcelas as combinações entre fontes de matéria orgânica (sem e com, utilizando esterco bovino e cama de frango) e as doses de fósforo (0, 40, 80, 120, 160 de P₂O₅ kg ha⁻¹). Os tratamentos foram

distribuídos em quanto blocos casualizados e as subparcelas foram constituídas por três plantas.

As covas foram abertas nas dimensões de 40 cm × 40 cm × 40 cm, nas distâncias de plantio de 2,5 m entre linhas e 3,0 m entre plantas. Pelo baixo teor de cálcio e pH abaixo de 5,5 foi fornecido calcário dolomítico com PRNT de 91%, CaO = 32% e MgO = 15% segundo recomendação de Cavalcanti et al. (2008), aplicado 30 dias antes da preparação das covas.

O esterco bovino e a cama de frango foram caracterizados quimicamente conforme metodologia contida em EMBRAPA (2017). Esses adubos foram aplicados para elevar a matéria orgânica do solo de 1,9 para 4%, fornecidas 50% no preparo das covas juntamente com o calcário e o restante no início da floração das plantas simultaneamente com a segunda aplicação das doses de fósforo.

Tabela 2. Caracterização química do esterco bovino e cama-de-frango utilizados na adubação orgânica.

Variável	Insumos Orgânicos	
	Esterco Bovino	Cama de frango
Matéria Orgânica (g kg ⁻¹)	712,7	705,3
Nitrogênio (g kg ⁻¹)	14,5	14,8
Fósforo total (g kg ⁻¹)	6,4	13,6
Potássio (g kg ⁻¹)	10,4	15
Cálcio (g kg ⁻¹)	1,44	4,5
Magnésio (g kg ⁻¹)	7,00	2,80
Enxofre (g kg ⁻¹)	0,00	0,00
Ferro (g kg ⁻¹)	4,67	2,10
Manganês (mg kg)	684,09	168,93
Cobre (mg kg)	53,43	0,00
Zinco (mg kg)	71,31	15,22
Boro (mg kg)	100	0,00
Sódio (mg kg)	400	230
Cinzas (g kg ⁻¹)	284,3	294,7
Umidade (g kg ⁻¹)	52,2	39,0
Densidade (g dm ⁻³)	0,51	0,20
Soma de NPK (g kg ⁻¹)	31,8	40,4
pH	7,7	6,10

2.3. Formação das mudas, transplântio e condução

As sementes do híbrido Sol do Cerrado foram adquiridas da Empresa Agrocinco *seeds e value*. As mudas foram produzidas em estufa telada, em bandejas de 162 células, utilizando como substrato vermiculita e fibra de coco lavada. O transplântio foi realizado na primeira

semana de março de 2016, as mudas na ocasião estavam em média com 25 cm de altura, obtendo-se 100% do pegamento das mesmas. As plantas foram conduzidas em sistema de espaldeira vertical simples composta por um arame liso nº 12 instalado no topo de estacas com 2,20 m de altura. O cálculo dos insumos orgânicos cama de frango e esterco bovino com 2,27 e 1,66% na primeira aplicação e 1,14 e 1,04% na segunda, foi feito para elevar o teor de matéria orgânica do solo de 1,9 % para 4% foi feito empregando a expressão abaixo de Nascimento et al. (2016):

$$DFO = (NMOA - NMOE) \times Vc \times ds \times Ui / TMOi \quad (1)$$

Onde:

DFO = Dosagem da fonte orgânica a ser aplicada nas covas (kg por cova)

NMOA = Nível da matéria orgânica a ser atingida ($g\ kg^{-1}$)

NMES = Nível da matéria orgânica existente no solo ($g\ kg^{-1}$)

Vc = volume da cova (cm^3)

ds = Densidade do solo ($g\ cm^{-3}$)

Ui = Umidade do insumo (%)

TMOi = Teor de matéria orgânica existente no insumo.

2.4. Aplicação dos tratamentos

As doses de fósforo 0, 40, 80, 120 e 160 $kg\ ha^{-1}\ P_2O_5$ foram fundamentadas na dosagem recomendada de 80 $kg\ ha^{-1}\ P_2O_5$ sugerida por Cavalcanti (2008) para o maracujazeiro amarelo no estado de Pernambuco. Esse valor foi reduzido para 80, 40 e 0 e aumentada para 120 e 160. As respectivas doses foram fornecidas na forma de superfosfato simples (18% P_2O_5 , 12% S, 20% Ca), aplicadas 50% na preparação das covas e a outra metade no início da floração das plantas.

Os insumos orgânicos esterco bovino (EB) e cama de frango (CF) (Tabela 2) e as doses de fósforo foram fornecidos 50% no preparo das covas e o restante no início da floração. Os insumos orgânicos foram aplicados de modo a elevar o teor de matéria orgânica do solo, que era 1,9 % para 4%. As doses referentes a 100% do esterco bovino e da cama de frango são respectivamente 2,4 kg de esterco bovino 3,0 kg de cama de frango, sendo portanto fornecido em cada aplicação de 50% de cada fonte orgânica.

2.5. Adubação de cobertura

A adubação em cobertura com N e K foi realizada de acordo com recomendação de Cavalcanti et al. (2008) para cultura do maracujazeiro no Estado de Pernambuco. Ambos os nutrientes foram fornecidos na forma de ureia (45% N) e cloreto de potássio (60% K_2O),

respectivamente aos 30 e 60 dias após o transplante nos níveis de 15 g de N e 7,5 K₂O., respectivamente. Na floração e aos 90 dias foram fornecidos 22,5 e 11,25 g de N e K₂O.

2.6. Irrigação e controle de doenças

A irrigação foi por gotejamento, usando dois gotejadores iDrop tipo autocompensante de carga hidráulica com vazão de 7,8 L h⁻¹, por planta distanciados de 20 cm do caule. A frequência de irrigação foi a cada dois dias, com lâminas (100 e 70%) aplicadas com base na evapotranspiração da cultura - ET_c pelo produto da evapotranspiração de referência - ET_o. E evapotranspiração de referência foi estimada pelo produto da evaporação de tanque classe 'A' pelo fator 0,75 para obtenção da ET_o, adotando os coeficientes de cultivo - kc adotados, nas distintas fases fenológicas da cultura, conforme Souza et al. (2009) para a Vale do Curu, Pentecoste, CE, foram 0,69, 0,92, 1,08 na fase inicial até os primeiros 70 dias após o plantio - DAP, fase vegetativa dos 71 aos 110 DAP e fase reprodutiva, dos 111 até o final da colheita. A água utilizada para irrigação das plantas foi de um poço tubular próximo à área experimental foi avaliada conforme Richards (1954) e apresenta a caracterização quanto à salinidade conforme Tabela 3.

Tabela 3. Caracterização química da água de irrigação utilizada durante o experimento.

pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	SO ₄ ⁻²	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	RAS	Classe
	dS m ⁻¹	mmol _c L ⁻¹									
4,9	0,62	0,12	0,32	5,00	0,62	1,33	0,00	0,00	5,75	10,67	C ₂ S ₂

$$RAS = Na^+ / [(Ca^{2+} + Mg^{2+})/2]^{1/2}$$

2.7. Variáveis analisadas

Os índices de clorofila *a*, *b* e *total* foram obtidos aos 40, 70, 100, 130 DAT em folhas completamente expandidas (4ª folha) do ramo terciário, na região mediana do maracujazeiro, pelas leituras com medidor portátil Clorofilog da Falker. Nas medições das fluorescências da clorofila *a* utilizou-se fluorômetro portátil modelo OS-30p da Opti-Sciences®. Para as mensurações das fluorescências, parte da área do limbo foliar permaneceu no escuro, com auxílio de presilhas plásticas, por 30 minutos e, após a aplicação de um feixe de luz saturante de 3.500 µmol determinou-se a fluorescência inicial (F_o) e a máxima (F_m). A partir destas calculou-se a fluorescência variável (F_v = F_m - F_o) e a eficiência quântica do fotossistema II (µ = F_v/F_m).

As trocas gasosas do limbo foliar das plantas foram quantificadas através do analisador de gás na fase infravermelho (IRGA), modelo LCpro-SD da BioScientific®. Nessas

avaliações a iluminação foi controlada, adotando densidade de fluxo de fótons fotossintético (DFFF) de $1.200 \mu \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Sendo medida a concentração interna de gás carbônico (C_i , $\mu \text{ mol de CO}_2 \text{ mol}^{-1}$ de ar), condutância estomática (g_s , $\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), transpiração (E , $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e assimilação líquida de gás carbônico (A , $\mu \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), como também foram calculadas a eficiência no uso da água ($\text{EUA} = A/E$) e a eficiência instantânea de carboxilação ($\text{EiC} = A/C_i$).

No início da floração foram colhidas amostras de folhas dos ramos medianos das plantas (4ª folha a partir da ponta) de cada parcela, para avaliação do estado nutricional das plantas conforme metodologia descrita por Malavolta et al. (1997) e enviadas para o laboratório LAGRO - Laboratório Agrônomo de Campinas-São Paulo para determinação do estado nutricional das plantas. No mesmo período foram determinadas as variáveis fisiológicas, nas folhas das plantas de maracujazeiro, que consistiram nas medições dos índices de clorofila, das fluorescências da clorofila *a* e das trocas gasosas determinados entre o horário de 8:00 as 12:00 da manhã.

2.8. Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando o teste F ($p \leq 0,05$), para verificar os efeitos dos fatores isoladamente e suas interações. A comparação entre as fontes de matéria orgânica e lâminas de irrigação foi feita pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$) e as doses de fósforo por regressão utilizando o software SAS®University (CODY, 2015). Os dados referentes aos índices de clorofila *a*, *b* e *total* foram submetidos a análise de verossimilhança utilizando o teste F ($p \leq 0,05$) para verificar os efeitos dos fatores.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Variáveis fisiológicas

3.1.1. Clorofila

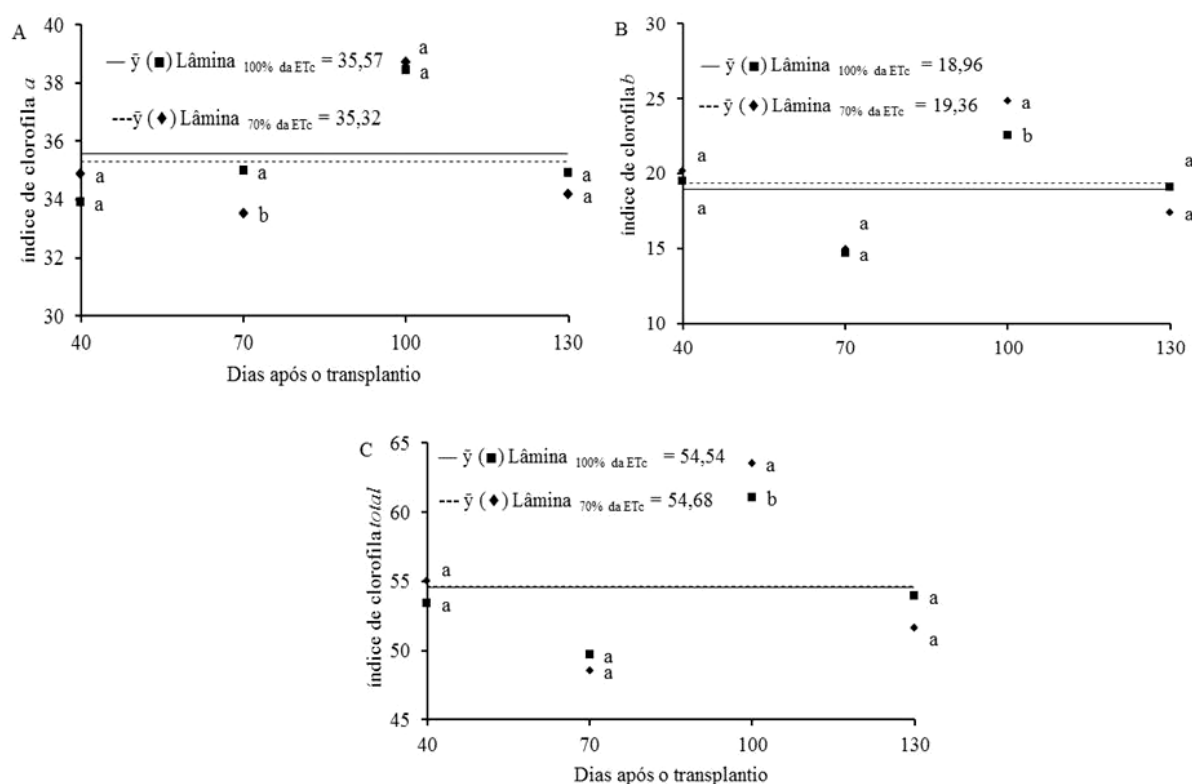
Os índices foliares de clorofila responderam significativamente apenas aos efeitos da interação lâminas de irrigação x idade das plantas e da ação isolada da matéria orgânica (Tabela 4).

Tabela 4. Valores do teste F da análise de verossimilhança referente aos dados de clorofila *a* *b* e *total* das plantas de maracujazeiro amarelo submetidas a lâminas de irrigação, doses de fósforo e fontes de matéria orgânica.

FV	GL	Clor <i>a</i>	Clor <i>b</i>	Clor <i>total</i>
I	3	98,16**	111,21**	113,62**
Li	1	0,62 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,03 ^{ns}
M	2	5,03*	6,95*	7,12*
P	4	0,70 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,49 ^{ns}
I x L	3	6,29*	5,29*	0,0025*
I x M	6	0,33 ^{ns}	0,61 ^{ns}	1,51 ^{ns}
L x M	2	0,01 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,07 ^{ns}
I x P	12	0,95 ^{ns}	1,58 ^{ns}	1,33 ^{ns}
L x P	4	0,85 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,37 ^{ns}
M x P	8	1,37 ^{ns}	1,36 ^{ns}	1,52 ^{ns}
I x L x M	6	0,35 ^{ns}	1,30 ^{ns}	0,96 ^{ns}
I x L x P	12	0,81 ^{ns}	0,52 ^{ns}	0,58 ^{ns}
I x M x P	24	0,58 ^{ns}	0,61 ^{ns}	0,56 ^{ns}
L x M x P	8	1,95 ^{ns}	1,44 ^{ns}	1,72 ^{ns}
I x L x M x P	24	0,69 ^{ns}	0,64 ^{ns}	0,62 ^{ns}

GL = grau de liberdade; ns = não significativo; * e ** respectivamente significativos para $p < 0,05$ e $p < 0,01$

Não houve ajuste dos índices foliares de clorofila quanto às épocas de avaliação, ficando representados pelos valores médios 35,57, 18,96, 54,54, respectivamente para clorofila *a*, *b* e *total* em plantas irrigadas com a lâmina de 100% da evapotranspiração da cultura. Quando as plantas receberam o menor volume de água os valores foram representados pelas médias 35,32, 19,36, 54,68 respectivamente para clorofila *a*, *b* e *total*. (Figura 3).



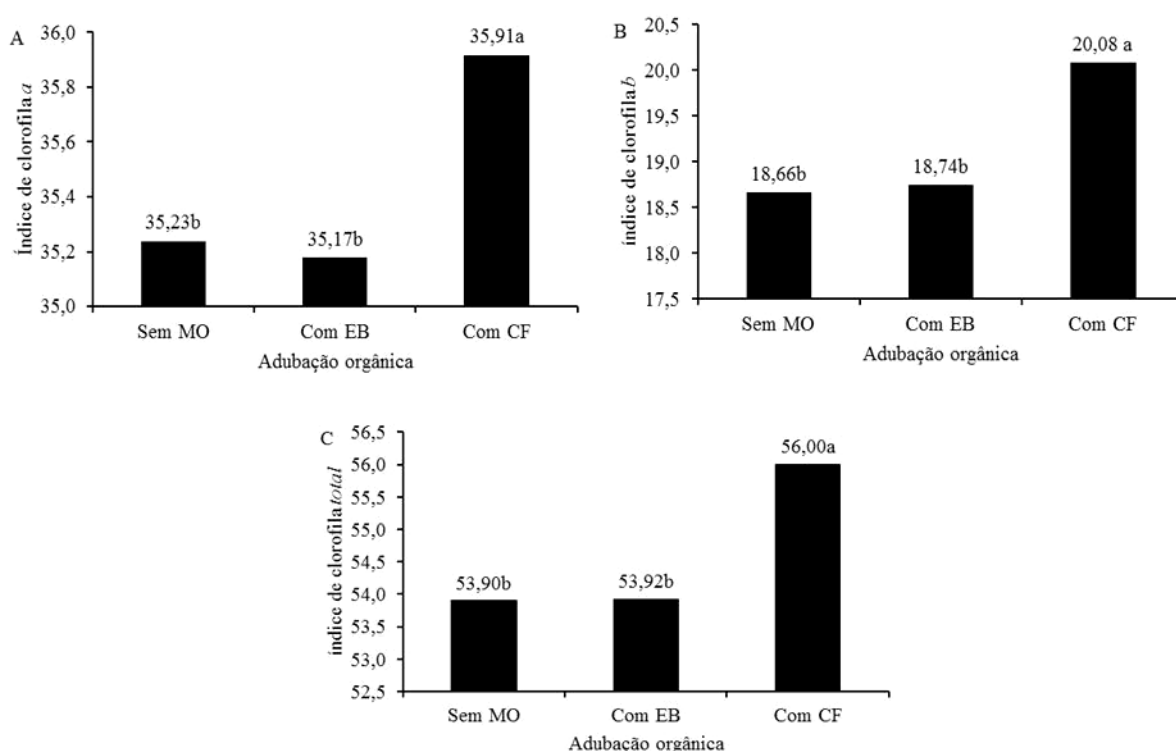
Médias seguidas da mesma letra, em cada época de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Figura 3. Valores de clorofila a mg g⁻¹ MF (A), clorofila b mg g⁻¹ MF (B) e clorofila total mg g⁻¹ MF (C) das plantas de maracujazeiro amarelo aos 40, 70, 100 e 130 dias após o transplântio, submetidas lâminas de água de 100% (—) e 70% da ETc (- - -)

Os teores de clorofila *b* e *total* foram superiores quando obtidos aos 100 dias após o transplântio, na lâmina de 70% da evapotranspiração da cultura, podendo-se inferir que as plantas conservaram, em parte, a sua capacidade de síntese de clorofila *a*, que é constantemente degradada e ressintetizada ao longo do ciclo das plantas (FREIRE et al., 2013). Por outro lado quando os insumos orgânicos foram avaliados isoladamente, verifica-se superioridade estatística da cama de frango para os teores de clorofila *a*, *b* e *total* (Figura 4). A

superioridade da cama de frango se dar pelo fato do insumo possuir teores de nitrogênio superiores as demais fontes orgânicas (Tabela 2).

A relação entre N e a clorofila foi verificada por Leonardo et al. (2013), os autores ressaltam que o nitrogênio é um dos elementos utilizados na síntese de clorofila, devendo-se ao fato de que 50 a 70% do N total das folhas fazem parte de enzimas que estão vinculadas aos cloroplastos. As clorofilas são responsáveis pela conversão da radiação luminosa em energia química, na forma de ATP e NADPH, e quanto maior a concentração desses pigmentos maior a capacidade da planta de fotossintetizar carboidratos (TAIZ et al., 2017).



Médias seguidas das mesmas letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Figura 4. Índices de clorofila *a* (A), clorofila *b* (B) e clorofila total (C) das plantas de maracujazeiro amarelo submetidas a diferentes fontes de matéria orgânica Sem MO (sem matéria orgânica), Com EB (com esterco bovino), Com CF (com cama de frango).

A ausência de efeito significativo para o fornecimento de lâminas de água de irrigação, dose de fósforo e matéria orgânica ou interação entre esses fatores, possivelmente explica-se pelo fato do teor de magnésio no solo ter sido reduzido com aplicação da adubação fosfatada e consequentemente a absorção pelas plantas comprometida, fato que se confirma quando verificada a análise foliar e observou-se que as plantas estavam deficientes no nutriente.

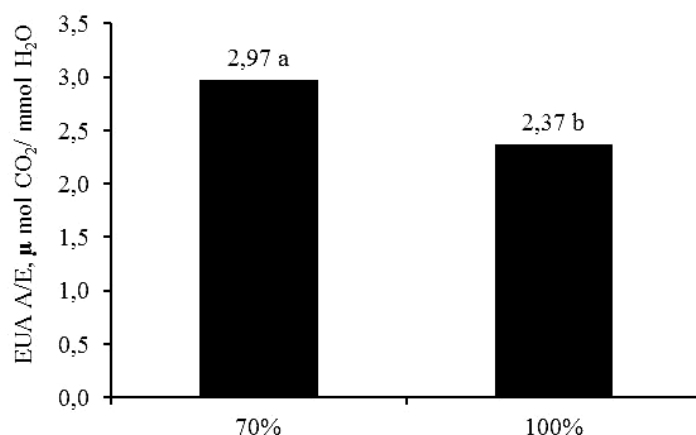
Segundo Nogueira et al. (2018) as clorofilas são moléculas formadas por complexos derivados da porfirina, possuindo como átomo central o magnésio. Os dados obtidos nessa pesquisa estão de acordo com Lima Neto (2017) que também não verificaram efeito significativo para lâminas de água de irrigação e constatou interferência estatística apenas para os dias de avaliação.

O ferro também é responsável pela biossíntese da clorofila já que faz parte das enzimas responsáveis pela sua formação, na ausência de ferro a planta só apresenta pigmentos amarelos xantofila e caroteno (VITTI et al., 2006), nesse sentido também foi encontrado nesta pesquisa valores adequados do nutriente para as plantas de maracujazeiro amarelo (Figura 13).

O aumento dos de clorofila com aplicação de cama de frango, nas folhas do maracujazeiro amarelo, são respostas da ação positiva do insumo orgânico no aumento de disponibilidade de nutrientes às plantas, inclusive o nitrogênio (EBELING et al., 2011). Os teores de clorofila estão ligados principalmente aos teores de nitrogênio presentes nas folhas, uma vez que as plantas de maracujazeiro encontravam-se adequadamente supridas pelo nutriente havendo correlação positiva, pois o nitrogênio participa da formação de aminoácidos, os quais formam as proteínas, influenciando assim a síntese de clorofila. Os dados obtidos estão de acordo com Freire et al. (2013) ao constatarem aumento dos teores de clorofila de maracujazeiro amarelo tratado com insumo orgânico.

3.1.2. Trocas gasosas

A interação entre as lâminas de irrigação, doses de fósforo e fontes de matéria orgânica não exerceram efeitos significativos sobre nenhum parâmetro fisiológico (Tabela 1 do anexo), exceto a eficiência de uso da água que respondeu significativamente ao efeito isolado das lâminas de irrigação (Figura 5).



Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Figura 5. Eficiência do uso da água (EUA) das folhas de maracujazeiro amarelo 'BRS SC1', sob irrigação com 70 e 100% da evapotranspiração da cultura.

Verifica-se que quando as plantas receberam a lâmina de 70% da evapotranspiração da cultura, houve aumento da eficiência de uso água – EUA. Os resultados revelam que na menor lâmina aplicada, as plantas foram eficientes em moderar a perda de água, ao passo que permitiram a absorção suficiente de CO_2 para a fotossíntese. A eficiência de uso da água (EUA) de determinada espécie expressa a sua efetividade de fixar carbono enquanto transpira.

O aumento da EUA nas plantas sob estresse hídrico explica-se pelo fato de que quanto menor a disponibilidade de água menor também será o grau de abertura estomática para reduzir a perda de água, consequentemente, a EUA é maior mantendo o mínimo de equilíbrio hídrico (TAIZ et al., 2017). Os dados estão em consonância com os encontrados por Sousa et al. (2005) e Souza et al. (2014) ao verificarem aumento da eficiência de uso de água com o redução da lâmina de irrigação aplicada para a cultura do maracujazeiro (*Passiflora edulis*) e da figueira (*Ficus carica*), respectivamente.

Apesar do fósforo participar diretamente dos processos fotossintéticos, sintetizando ATP e NADPH (TAIZ et al., 2017), que são principais moléculas que participam do metabolismo, essa fonte de variação não apresentou nenhuma interferência significativa para as variáveis referentes a trocas gasosas, possivelmente pelo fato das plantas estarem deficientes nesse nutriente (Figura x).

Outra possível explicação para a ausência de efeito significativo para as variáveis e, também para as plantas estarem deficientes em fósforo é que mesmo tendo sido aplicada altas doses de fósforo para a absorção, as membranas precisam estar em pleno funcionamento, porém com a deficiência de potássio (Figura 8), as membranas são afetadas, assim como a abertura e fechamento dos estômatos, que também depende da concentração do potássio nas plantas, nutriente vital para a fotossíntese, de modo que situações de deficiência podem causar redução na taxa fotossintética (TAIZ et al., 2017; DIAS et al., 2018).

3.2. Nutrição mineral

3.2.1. Macronutrientes

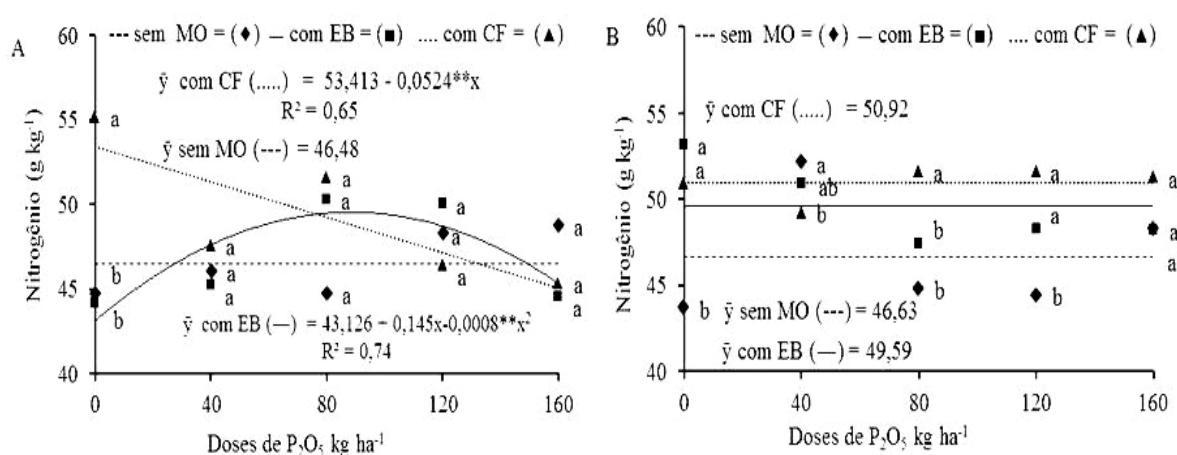
Pelos resultados da análise de variância, observa-se que os teores dos macronutrientes nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) e enxofre (S) determinados nas folhas de maracujazeiro amarelo, foram significativamente influenciados pela interação lâminas de irrigação × doses de fósforo × fontes de matéria orgânica (Tabela 5).

Tabela 5. Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes aos valores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na matéria seca de maracujazeiro amarelo.

FV	GL	Quadrados Médios (QM)					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Bloco	2	35,405 ^{ns}	0,005 ^{ns}	3,204 ^{ns}	1,140 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,011 ^{ns}
Lâmina (L)	1	96,575**	0,049**	781,33**	5,776 ^{ns}	5,402*	0,013 ^{ns}
Resíduo (a)	2	3,051	0,004	1,042	0,320	0,083	0,029
M	2	118,217**	0,106**	347,384**	78,927**	1,439**	0,418**
L x M	2	21,290**	0,007 ^{ns}	237,644**	10,123**	0,092 ^{ns}	0,044**
Fósforo (P)	4	9,422 ^{ns}	0,064**	859,406**	16,310**	0,456**	0,380**
L x P	4	12,853 ^{ns}	0,092**	763,674**	7,554**	0,076 ^{ns}	0,205**
M x P	8	40,714**	0,098**	171,571**	9,047**	0,203**	0,515**
L x M x P	8	33,702**	0,158**	202,669**	4,751**	0,135**	0,450**
Resíduo (b)	56	6,113	0,013	3,354	0,537	0,356	0,0036
CV a (%)		3,60	3,12	3,54	5,89	12,64	24,55
CV b (%)		5,10	5,63	6,36	7,64	26,28	2,46

GL = grau de liberdade; ns = não significativo; * e ** respectivamente significativos para $p < 0,05$ e $p < 0,01$;
FV: Fonte de variação; CV = Coeficiente de variação, M= matéria orgânica

Observa-se que quando as plantas de maracujazeiro que as plantas que foram irrigadas com a lâmina de maior disponibilidade hídrica, adubadas com fósforo e não receberam nenhum tipo de insumo orgânico (Figura 6A) os valores de nitrogênio na matéria seca foliar não se ajustaram a nenhum modelo de regressão aplicado e, portanto os valores foram representados pela média 46,49 g kg⁻¹. Embora sem diferença estatística entre os insumos a partir da dose de 40 kg ha⁻¹, verifica-se que quando as plantas foram tratadas com esterco bovino o valor máximo de nitrogênio foliar de 49,7 g kg⁻¹ foi obtido com a dose máxima estima de 91 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Já quando a fonte orgânica utilizada foi a cama de frango, esta promoveu uma redução nos teores de nitrogênio na matéria seca foliar da menor para a maior dose de fósforo.



* e **: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente
Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

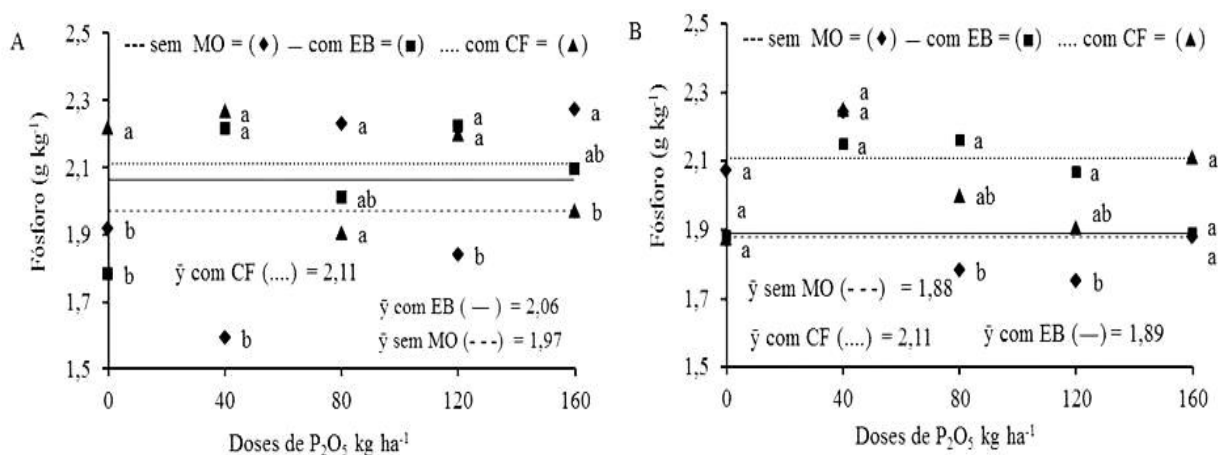
Figura 6. Teores de nitrogênio em matéria seca de plantas de maracujazeiro amarelo submetidas a lâminas de irrigação 100% (A) e 70% da ETc (B) e a doses de P₂O₅ em solo sem matéria orgânica (- - -), com esterco bovino (—) e cama de frango (....).

Quando as plantas foram irrigadas com lâmina de água referente a 70% da ETc (Figura 6B) os valores correspondentes a aplicação doses de fósforo associadas ao fornecimento de fontes orgânicas não se adequaram a nenhum modelo de regressão e também foram representadas pelos valores médios de 46,63, 49,59, 50,92 g kg⁻¹ para o solo sem matéria orgânica, com esterco bovino e com cama de frango, respectivamente. Mesmo sem ajuste para a regressão, é possível verificar a superioridade da cama de frango quando as plantas foram adubadas com a dose de 80 kg ha⁻¹.

Os valores registrados se situam acima dos admitidos como adequados à cultura que oscila entre 40 e 50 g kg⁻¹ (MALAVOLTA et al., 1997). A matéria orgânica possui a capacidade de reter água no solo, o que contribui para a obtenção de resultados dentro dos níveis adequados mesmo com redução da lâmina de água aplicada (ERNANI, 2006, KLEIN & KLEIN, 2015), assim como a mesma contribuiu com o fornecimento do nutriente para as plantas (Tabela 2).

Os dados corroboram com os registrados por Santos et al. (2018) que relevam que o fornecimento de P₂O₅ elevou o teor de N nas plantas de maracujazeiro até o valor máximo de 47,0 g kg⁻¹. Resultados semelhantes também foram encontrados por Silva et al. (2015) ao verificarem incremento nos teores de nitrogênio em plantas de maracujazeiro silvestre (*Passiflora setacea*). O comportamento dos dados assemelham-se com os verificados por e Moreira et al. (2016) em solo cultivado com pitia (*Hylocereus undatus*). Os teores de nitrogênio e fósforo apresentam correlação, o que significa que os nutrientes interagem de forma sinérgica, ou seja, doses adequadas desses nutrientes proporcionam aumentos na absorção um do outro, no entanto o excesso de um desses elementos pode inibir a absorção do outro (CERUTTI; DELATORRE, 2013).

Os teores de fósforo na matéria seca das folhas, apesar de responderem à ação das fontes de variação estudadas, referentes à maior lâmina de irrigação associada ao fornecimento de fósforo e matéria orgânica não se ajustaram a nenhum modelo de regressão aplicado (Figura 7A). Os valores médios de 1,97; 2,06 e 2,11 g kg⁻¹ de fósforo indicam superioridade de 7,1 e 4,6% dos tratamentos com cama de frango e esterco bovino sobre as plantas sem nenhuma fonte orgânica. A superioridade da cama de frango se dá pelo fato do insumo apresentar em sua composição química teores altos do nutriente (Tabela 2).



* e **: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente

Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Figura 7. Teores de fósforo em matéria seca de plantas de maracujazeiro amarelo submetidas a lâminas de irrigação 100% (A) e 70% da ETc (B) e a doses de P_2O_5 em solo sem matéria orgânica (- - -), com esterco bovino (—) e cama de frango (....).

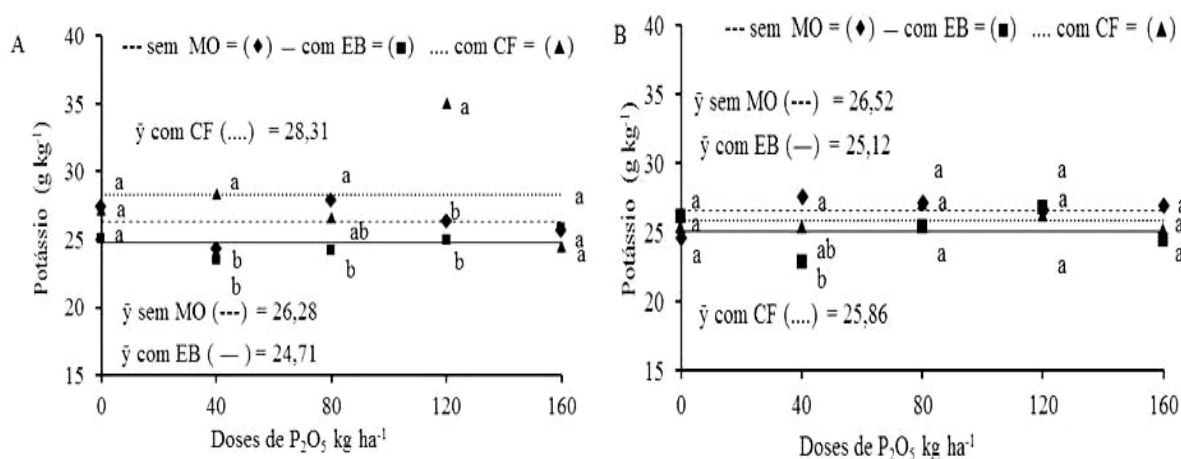
Quando as plantas receberam a lâmina de irrigação correspondente a 70% da evapotranspiração da cultura (Figura 7B) os valores que correspondem a aplicação de matéria orgânica também não se adequaram a nenhum modelo de regressão, portanto estão representados pelas médias 1,88, 1,89, 2,11 $g\ kg^{-1}$ respectivamente para o solo sem matéria orgânica, com esterco bovino e como cama de frango. Considerando o indicado por Malavolta et al. (1997) os teores máximos obtidos nesse experimento estão abaixo do nível crítico para a cultura do maracujazeiro amarelo, que esta entre 4,0 e 5,0 $g\ kg^{-1}$. A superioridade dos teores de fósforo no solo com adubação fosfatada, não se traduziu em teores superiores desse elemento na matéria seca das plantas. Os menores teores de fósforo nas plantas adubadas com fósforo e matéria orgânica deve estar ligado ao crescimento vegetativo mais vigoroso destas, resultando em maior produção de matéria seca.

De acordo com Barreti et al. (2008) a maior produção de matéria seca provoca efeito diluição de nutrientes no tecido. Ou ainda pode está ligado ao fato do fósforo ter sido fornecido parceladamente, ou seja, no preparo das covas e no início da floração. Os dados apresentados nessa pesquisa não estão de acordo com os registrados por Santos et al. (2018), os autores após aplicação de fósforo obtiveram plantas adequadamente supridas no nutriente.

Os valores referentes ao acúmulo de potássio na matéria seca foliar de maracujazeiro com o fornecimento da lâmina corresponde a 100% da evapotranspiração da cultura, adubação fosfatada e aplicação de matéria orgânica não se adequaram a nenhum modelo de

regressão e foram apresentadas pelos valores 26,28, 24,71 e 28,31, para o solo tratado sem matéria orgânica, com esterco bovino e com cama de frango, respectivamente (Figura 8A).

Quando as plantas foram irrigadas com 70% da evapotranspiração da cultura os valores referentes a aplicação de fósforo e fornecimento de matéria orgânica também não proporcionaram ajuste dos dados ficando representados pelos valores médios 26,52, 25,52, 25,86 respectivamente, para as plantas tratadas sem fornecimento de matéria orgânica, com esterco e com cama de frango (Figura 8B).



* e **: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente

Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

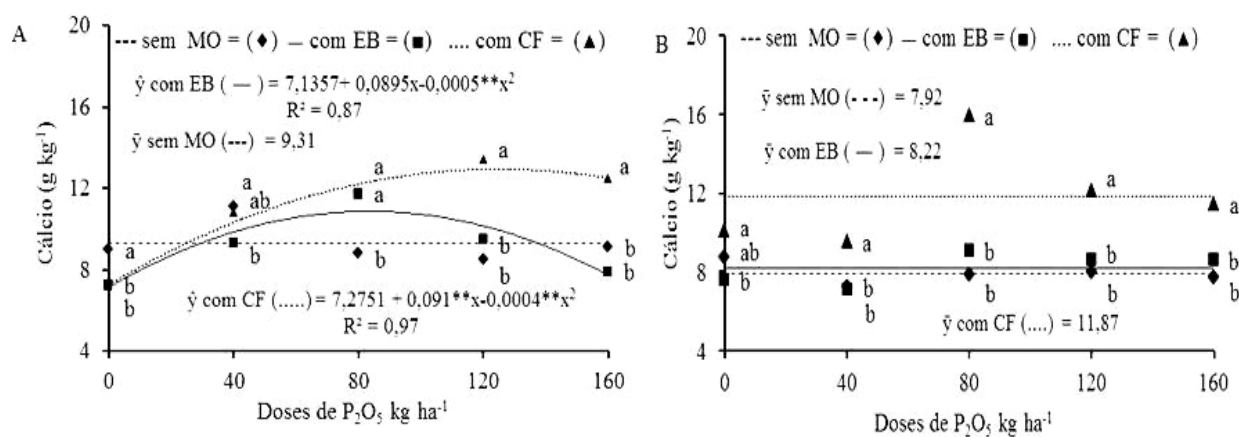
Figura 8. Teores de potássio em matéria seca de plantas de maracujazeiro amarelo submetidas a lâminas de irrigação 100% (A) e 70% da ETc (B) e a doses de P_2O_5 em solo sem matéria orgânica (- - -), com esterco bovino (—) e cama de frango (....).

Os valores registrados são semelhantes aos verificados por Nascimento et al. (2011), onde os autores obtiveram valores entre 20,66 e 27,18 $g\ kg^{-1}$ de potássio na matéria seca de maracujazeiro amarelo com o aumento das doses de insumo orgânico. Para Malavolta et al. (1997) os teores de potássio obtidos neste experimento, são insuficientes para o suprimento adequado do maracujazeiro amarelo, considerando que os valores adequados estão entre 35 e 45 $g\ kg^{-1}$. Por outro lado, estão em acordo com Oliveira (2002), que admite a faixa suficiente de 20 a 30 $g\ kg^{-1}$ de potássio, o que enquadraria os valores obtidos como suficientes à cultura, mesmo com a redução do volume de água aplicado.

Os valores de cálcio quando o solo foi irrigado com a maior lâmina de água e tratado com doses de fósforo associada a cama de frango, a dose máxima estimada responsável pelo valor máximo obtido de 12,5 $kg\ kg^{-1}$ foi 113,75 $kg\ kg^{-1}$ de P_2O_5 . Quando o solo foi tratado com

esterco bovino, os teores do nutriente cresceram até o valor máximo de $11,1 \text{ kg}^{-1}$ referente a dose máxima estimada de 90 kg^{-1} . No solo que não recebeu nenhum tipo de adubação orgânica, os valores não se adequaram a nenhum modelo de regressão aplicado, sendo representado pela média de $9,31 \text{ kg}^{-1}$ (Figura 9A).

Quando as plantas foram irrigadas com a lâmina de 70% da ETc e adubadas com matéria orgânica os valores não se ajustaram a nenhum modelo de regressão aplicado e foram representados pelas médias 7,92, 8,22, 11,86, respectivamente para o solo sem matéria orgânica, esterco bovino e cama de frango, constando-se mais uma vez a superioridade da cama de frango na absorção de nutrientes (Figura 9B).



* e **: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente

Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

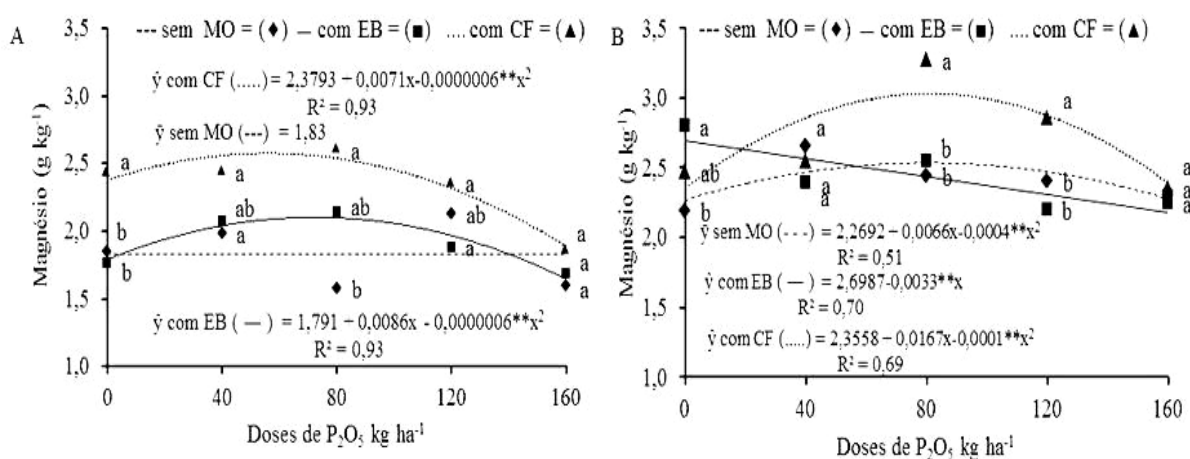
Figura 9. Teores de cálcio em matéria seca de plantas de maracujazeiro amarelo submetidas a lâminas de irrigação 100% (A) e 70% da ETc (B) e a doses de P_2O_5 em solo sem matéria orgânica ($- - -$), com esterco bovino ($-$) e cama de frango ($....$).

Embora fora da faixa recomendada para o maracujazeiro amarelo, observa-se superioridade da cama de frango em relação ao esterco bovino em ambas lâminas fornecidas, devido a presença do nutriente em maior quantidade em sua composição química (Tabela 2). Considerando que os teores adequados de Ca para o maracujazeiro estão entre 15 e 20 g kg^{-1} (MALAVOLTA et al., 1997), as plantas não foram supridas adequadamente nesse nutriente.

Possivelmente a absorção do cálcio foi prejudicada em virtude do baixo pH e também pela alta concentração de potássio no solo (VITTI et al., 2006, SOUZA et al., 2008). Os dados verificados neste experimento são inferiores aos registrados por Santos et al. (2018), os autores verificaram que doses de fósforo fornecidas via superfosfato simples, resultaram em suprimento adequado das plantas de maracujazeiro em cálcio.

Para os teores de magnésio na matéria seca foliar observa-se que a dose máxima estima de 71 kg^{-1} de P_2O_5 foi responsável pelo valor máximo cama de frango obtido de $2,90 \text{ g kg}^{-1}$ quando as plantas foram irrigadas com a lâmina de 100% da evapotranspiração da cultura e adubadas com cama de frango, na mesma lâmina quando as plantas foram adubadas com esterco bovino o valor máximo obtido do nutriente foi $2,50 \text{ g kg}^{-1}$ na dose estimada de 80 kg ha^{-1} (Figura 10A).

Quando as plantas não receberam nenhum tipo de adubação orgânica os dados não se adequaram a nenhum modelo de regressão aplicado e estão representados pela média $1,83 \text{ g kg}^{-1}$. Quando as plantas receberam a menor lâmina de irrigação, aplicação de fósforo e cama de frango, a dose máxima estimada de 84 kg ha^{-1} foi responsável pela obtenção de valores na ordem de $3,1 \text{ g kg}^{-1}$ de magnésio (Figura 10B), o que significa está dentro do intervalo de 3 a 4 g kg^{-1} considerado teores adequados para a cultura do maracujazeiro amarelo (MALAVOLTA et al., 1997).



* e **: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente

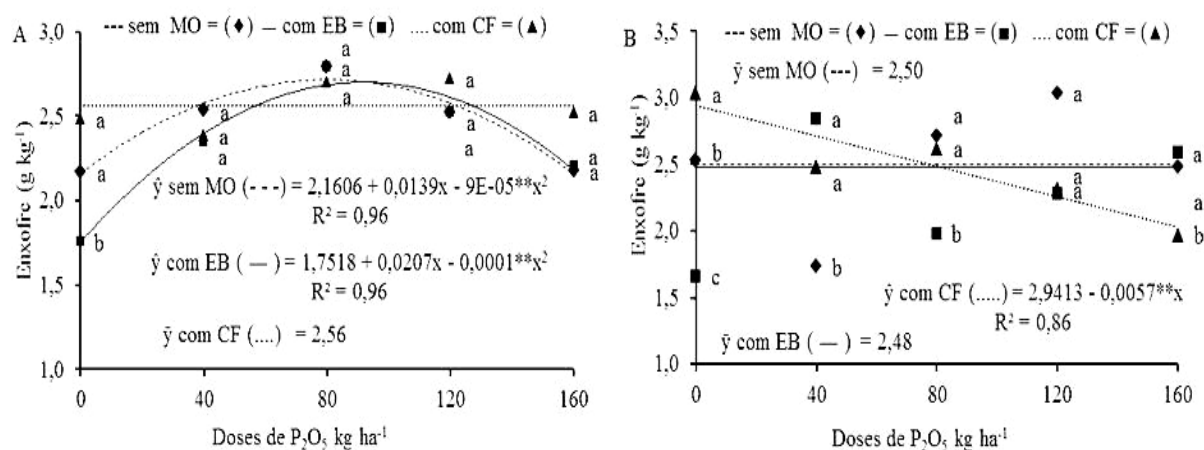
Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Figura 10. Teores de magnésio em matéria seca de plantas de maracujazeiro amarelo submetidas a lâminas de irrigação 100% (A) e 70% da ETc (B) e a doses de P_2O_5 em solo sem matéria orgânica (- - -), com esterco bovino (—) e cama de frango (....).

Em geral, os baixos valores desses teores se dar pelo fato do solo apresentar um pH baixo, assim como a baixa concentração desse nutriente no solo, além de elevados teores de potássio e a presença de cálcio presente no superfosfato simples, fatores que inibem a absorção do magnésio (VITTI et al., 2006). Os valores obtidos nesse trabalho não estão em consonância com os obtidos por Santos et al. (2018) segundo os autores os valores obtidos

nas plantas de maracujazeiro adubadas com superfosfato simples foram superiores ao intervalo de 3 a 4 g kg⁻¹.

Os teores de enxofre na matéria seca foliar de maracujazeiro amarelo, na lâmina de maior disponibilidade hídrica (Figura 11A) os valores referentes a aplicação de cama de frango não se adequaram a nenhum modelo de regressão aplicado e foram representados pelo valor médio 2,56 kg⁻¹. Quando as plantas foram adubadas com esterco bovino, a dose máxima estimada responsável pelo valor máximo de 2,8 kg⁻¹ foi 104 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Os tratamentos sem matéria orgânica e com esterco bovino, fornecido as plantas submetidas a menor lâmina de irrigação (Figura 11B), proporcionaram a obtenção de resultados médios de 2,50 e 2,48 respectivamente para os tratamentos sem matéria orgânica e com esterco bovino, uma vez que não se adequaram ao modelo de regressão aplicado. A cama de frango por sua vez proporcionou redução linear de 2,94 para 1,97 da menor para a maior dose de fósforo.



* e **: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente
 Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Figura 11. Teores de enxofre em matéria seca de plantas de maracujazeiro amarelo submetidas a lâminas de irrigação 100% (A) e 70% da ETc (B) e a doses de P₂O₅ em solo sem matéria orgânica (- - -), com esterco bovino (—) e cama de frango (....).

Observa-se que os teores de enxofre foram inferiores quando as plantas receberam a lâmina correspondente a menor disponibilidade hídrica, resultado que pode ser explicado pelo fato do fluxo da água absorvida pela planta ser uma importante via de condução de nutrientes dissolvidos do solo até a superfície radicular, para que ocorra a absorção (TAIZ et al., 2017), sendo muito significativo para enxofre, uma vez que o nutriente é absorvido por fluxo de massa.

De modo geral, verifica-se que os teores máximos obtidos estão acima da variação de 2 a 3 g kg⁻¹ e expressam que as plantas estavam supridas adequadamente em enxofre (MALAVOLTA et al., 1997). O superfosfato simples contém em sua composição 12% de S o que contribuiu para suprir as plantas adequadamente nesse nutriente. Os dados estão em consonância com os encontrados por Santos et al. (2018) pois os autores relatam dados semelhantes ao aplicarem superfosfato simples em plantas de maracujazeiro amarelo.

3.2.2. Micronutrientes

De forma semelhante aos macronutrientes, a interação entre as lâminas de irrigação, fontes de matéria orgânica e doses de fósforo interferiu significativamente os teores foliares de boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn) e sódio (Na) (Tabela 4).

Tabela 6. Resumos das análises de variância referentes aos valores de boro (B), cobre (Cu) e ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn) e Sódio (Na) na matéria seca de maracujazeiro amarelo.

FV	GL	Quadrados Médios (QM)					
		B	Cu	Fe	Mn	Zn	Na
Bloco	2	1,221 ^{ns}	0,117 ^{ns}	1383,139 ^{ns}	117,302 ^{ns}	9,206 ^{ns}	33195 ^{ns}
Lâmina (L)	1	1377,649 ^{ns}	0,001 ^{ns}	7623,121**	10666*	400,731 ^{ns}	2381,877 ^{ns}
Resíduo (a)	2	10,203	0,382	260,378	40,836	19,529	25491
M	2	342,175**	10,471**	18903**	882,664**	265,316**	15871**
L x M	2	182,178**	6,611**	3586,447**	359,550**	26,259 ^{ns}	93037*
Fósforo (P)	4	193,295**	2,001*	1267,537*	272,595**	179,649**	86784*
L x P	4	58,905**	2,197*	6453,913**	343,779**	108,943**	33380**
M x P	8	40,982**	3,094**	2708,863**	84,887**	84,887**	64417*
L x M x P	8	47,753**	3,373**	3804,534**	395,602**	216,238**	19355**
Resíduo (b)	56	4,788	0,467	414,799	18,757	10,522	29080
CV a (%)		6,14	0,36	10,43	14,91	11,25	10,16
CV b (%)		4,20	7,82	13,17	10,11	8,26	10,86

GL = grau de liberdade; ns = não significativo; * e ** respectivamente significativos para p<0,05 e p<0,01;

FV: Fonte de variação; CV = Coeficiente de variação, M= matéria orgânica

Quando as plantas de maracujazeiro amarelo foram irrigadas com a maior lâmina de água de irrigação, adubadas com fósforo e esterco bovino, os teores de cobre na matéria seca se adequaram ao modelo quadrático, obtendo-se o valor máximo de 6,5 mg kg⁻¹ na dose máxima estimada de 49 kg ha⁻¹ de P₂O₅. No entanto, os valores correspondentes ao não fornecimento de nenhuma fonte de matéria orgânica e na presença de cama de frango não se

adequaram a nenhum modelo de regressão aplicado e foram representados pelas médias 7,97 e 9,80 mg kg⁻¹, respectivamente (Figura 12A).

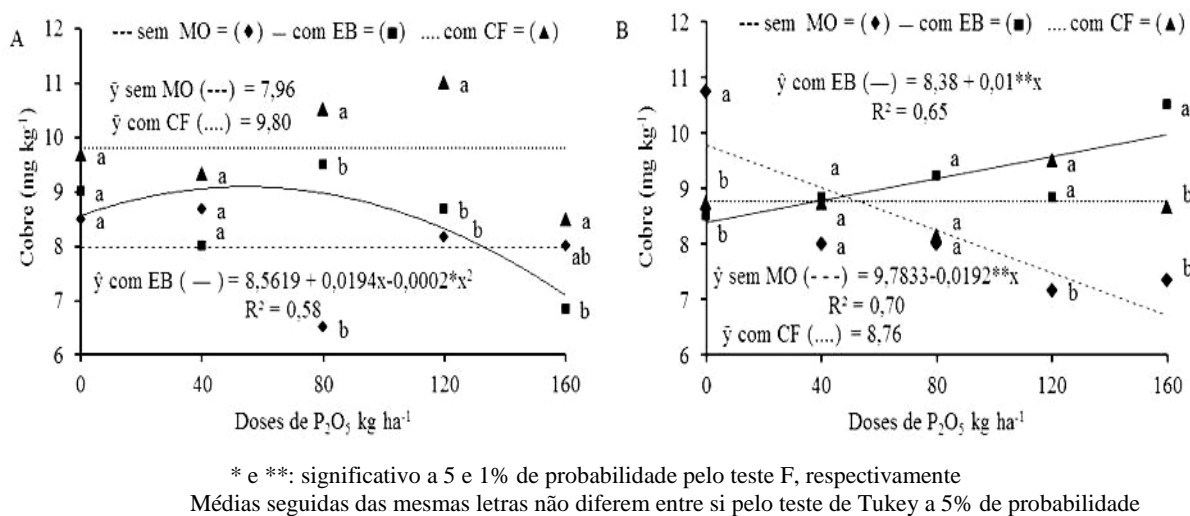


Figura 12. Teores de cobre em matéria seca de plantas de maracujazeiro amarelo submetidas a lâminas de irrigação 100% (A) e 70% da ETc (B) e a doses de P₂O₅ em solo sem matéria orgânica (---), com esterco bovino (—) e cama de frango (....).

O acúmulo de cobre da matéria seca do maracujazeiro amarelo teve seus teores elevados com as doses de fósforo apenas quando foi fornecida a lâmina referente a 70% da evapotranspiração da cultura na presença do esterco bovino, verificando-se um efeito linear (Figura 12B), os valores referentes a aplicação de cama de frango não se ajustaram a nenhum modelo de regressão e por isso estão representados pelo valor médio 8,76 mg kg⁻¹. Na ausência da aplicação de matéria orgânica os valores decresceram com a menor para a maior dose de fósforo aplicada.

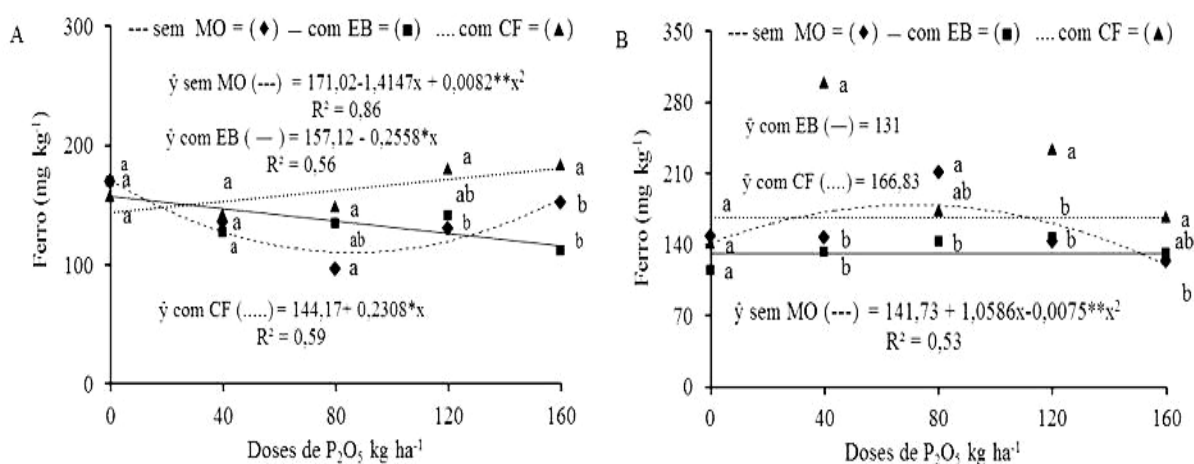
Os dados corroboram com os encontrados por Rodrigues et al. (2009) e Menezes et al. (2012), os autores trabalhando com insumo orgânico enriquecido e adubação organomineral, respectivamente apresentaram teores máximos de cobre inferiores a 10 mg kg⁻¹ na matéria seca do maracujazeiro amarelo.

Os teores de cobre, exceto para os tratamentos constituído da menor lâmina de água e presença de esterco bovino, não são considerados adequados para o maracujazeiro amarelo segundo Malavolta et al. (1997) que considera valores adequados entre 10 e 20 mg kg⁻¹. Dados registrados por Gondim et al. (2009) estão de acordo com os verificados nesta pesquisa, onde os autores trabalhando com lâminas de água e adubação mineral não obtiveram plantas adequadamente supridas neste nutriente. Os valores apresentados por Santos et al. (2018) também são semelhantes aos obtidos neste experimento, uma vez que os teores

médios de Cu segundo os autores ,variaram entre 6 e 9 mg kg⁻¹ em plantas de maracujazeiro amarelo adubadas com fósforo.

Com relação aos teores de ferro na matéria seca foliar do maracujazeiro amarelo quando as plantas receberam a lâmina de água referente a 100% da ETc (Figura 13A) houve um acréscimo nos valores de ferro com o aumento das doses de fósforo em solo tratado com cama de frango e decresceu com o fornecimento de esterco bovino e na ausência de matéria orgânica.

Quando as plantas foram submetidas a lâmina de água corresponde a 70% da evapotranspiração da cultura, doses de fósforo e fornecimento de esterco bovino e cama de frango os valores não obtiveram ajuste para regressão e ficaram, representadas pelas médias 131 e 166,83 mg kg⁻¹, em relação as plantas que não foram tratadas com nenhum insumo (Figura 13B).

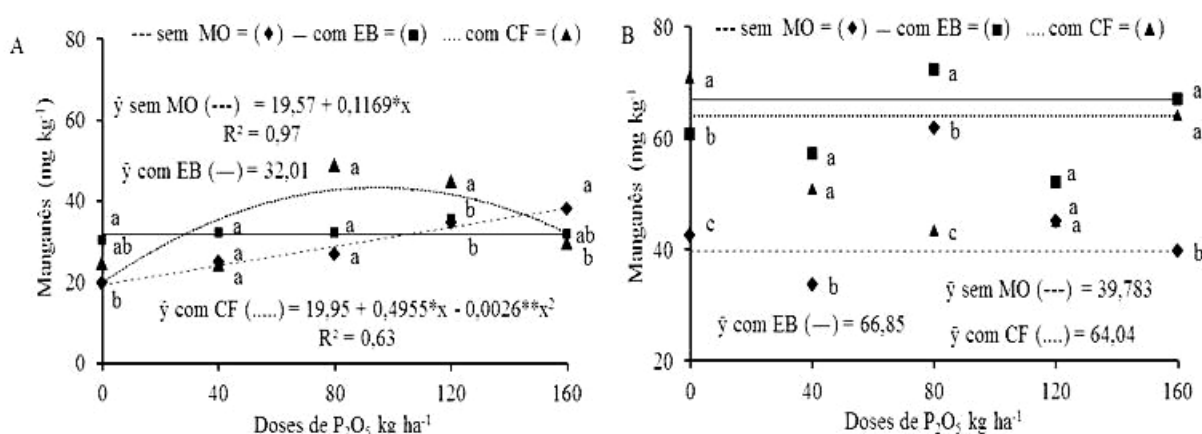


* e **: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente
Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Figura 13. Teores de ferro e em matéria seca de plantas de maracujazeiro amarelo submetidas a lâminas de irrigação 100% (A) e 70% da ETc (B) e a doses de P₂O₅ em solo sem matéria orgânica (- - -), com esterco bovino (—) e cama de frango (....)

Os resultados revelam que as plantas estavam adequadamente supridas em ferro, uma vez que esses teores encontram-se na faixa de 120 a 200 mg kg⁻¹ exigida pelo maracujazeiro segundo Malavolta et.al (1997). Os dados encontrados nesta pesquisa não estão consonância com os verificados por Santos et al. (2018) os autores trabalharam com dois tipos de adubação fosfatada e não obtiveram efeito significativo das duas fontes de fósforo para os teores de ferro nas plantas de maracujazeiro amarelo.

Os teores de manganês na matéria seca das plantas de maracujazeiro amarelo foi elevado para o valor máximo de 44 mg kg^{-1} na dose máxima estimada de 95 kg ha^{-1} de P_2O_5 quando as plantas foram submetidas a lâmina de água referente a 100% da evapotranspiração da cultura, doses de fósforo e fornecimento de cama de frango (Figura 14A), no entanto quando as plantas foram irrigadas com 70% da ETc (Figura 14B) os valores não se adequaram ao modelo de regressão aplicado ficando representados pelos valores médios de 39,78, 66,85, 64,04 para o solo sem matéria orgânica, com esterco bovino e com cama de frango, respectivamente.



* e **: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente

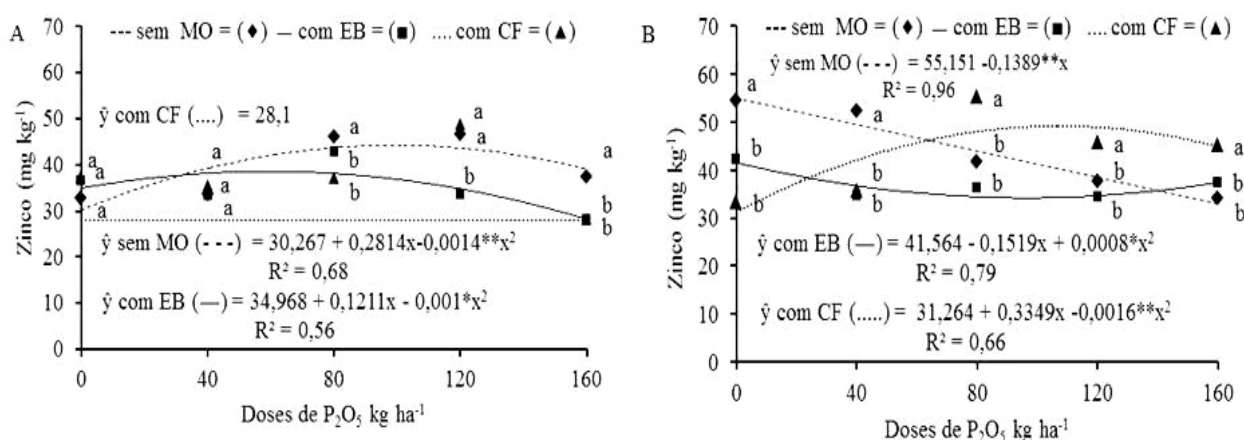
Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Figura 14. Teores de manganês em matéria seca de plantas de maracujazeiro amarelo submetidas a lâminas de irrigação 100% (A) e 70% da ETc (B) e a doses de P_2O_5 em solo sem matéria orgânica (---), com esterco bovino (—) e cama de frango (....)

Independente das tendências encontradas, os teores expressos pelos tratamentos, para Malavolta et al. (1997) estão muito abaixo da amplitude de 400 a 600 mg kg^{-1} considerado adequado para o cultivo do maracujazeiro. Os resultados encontrados não corroboram com os registrados por Santos et al. (2018) onde os autores estudando doses de fósforo para a cultura do maracujazeiro não registraram nenhum efeito significativo para o manganês.

Os teores de zinco na matéria seca foliar do maracujazeiro amarelo irrigado com a maior lâmina associada a doses de fósforo, na ausência de adubação orgânica foi de 44 mg kg^{-1} na dose máxima estimada de 101 kg ha^{-1} de P_2O_5 , quando as plantas foram adubados com esterco bovino o máximo valor obtido foi de 38,6 na dose de 61 kg ha^{-1} de P_2O_5 . Os valores referentes ao fornecimento de cama de frango na mesma lâmina de irrigação não se adequaram ao modelo matemático e ficaram representados pela média $28,1 \text{ mg kg}^{-1}$ (Figura

15A). Quando a lâmina de irrigação foi 70% da ETc associada a doses de fósforo, o fornecimento de cama de frango foi responsável pelo valor máximo estimado de 49 mg kg⁻¹ na dose máxima de 105 kg ha⁻¹ (Figura 15B).

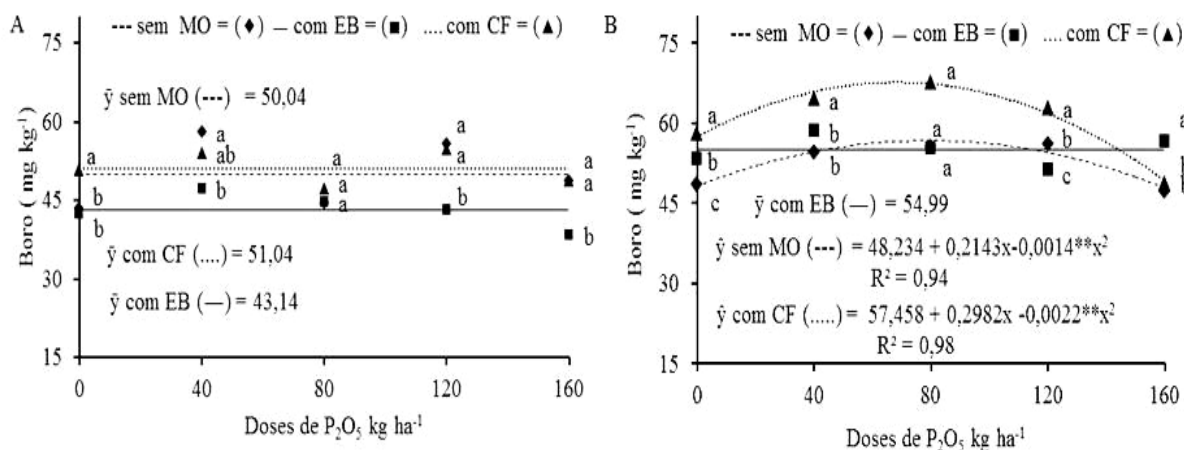


* e **: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente
Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Figura 15. Teores de zinco em matéria seca de plantas de maracujazeiro amarelo submetidas a lâminas de irrigação 100% (A) e 70% da ETc (B) e a doses de P₂O₅ em solo sem matéria orgânica (- - -), com esterco bovino (—) e cama de frango (....)

Os valores de zinco apresentam-se dentro da faixa considerada adequada para Malavolta et al. (1997), entre 25 e 40 mg kg⁻¹. Os resultados verificados, estão coerentes com os registados por Rodrigues et al. (2009) e Gondim et al. (2009), ao constatarem valores acima de 25 mg kg⁻¹ de zinco em maracujazeiro amarelo cultivado em solo com adubação organomineral e submetidos a lâmina de água, respectivamente.

Assim como todos os micronutrientes, o boro sofreu influência significativa das lâminas de irrigação × doses de fósforo × fonte de matéria orgânica. Pelos resultados, verifica-se que quando as plantas receberam irrigação da maior lâmina de água, adubação fosfatada e sem fornecimento de matéria orgânica, com esterco bovino e com cama de frango os valores não se adequaram a nenhum modelo de regressão e estão representadas pelas médias 50,04, 43,14 e 51,04, respectivamente (Figura 16A). Já quando as plantas foram irrigadas com a lâmina de 70% da ETc (Figura 16B), os valores referentes a adubação fosfatada associada ao fornecimento de esterco bovino não se adequaram a nenhum modelo matemático e ficou representada pela média 54,99 mg kg⁻¹.



* e **: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente
Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

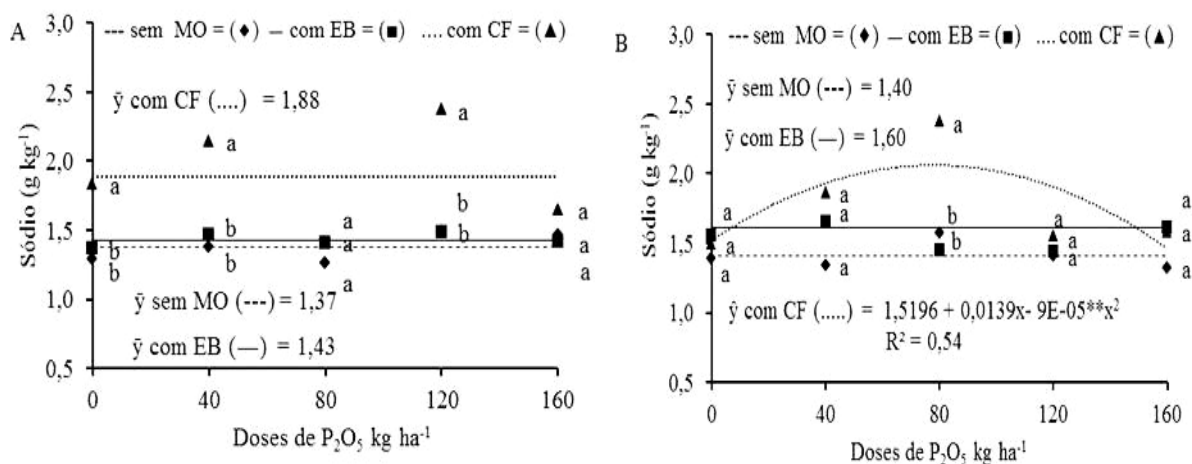
Figura 16. Teores de boro em matéria seca de plantas de maracujazeiro amarelo submetidas a lâminas de irrigação 100% (A) e 70% da ETc (B) e a doses de P₂O₅ em solo sem matéria orgânica (- - -), com esterco bovino (—) e cama de frango (....).

Na lâmina de menor disponibilidade de água a cama de frango foi superior em relação as demais fontes de matéria orgânica aplicada, obtendo-se o valor máximo estimado de 67 mg kg⁻¹ de boro na dose máxima estimada de 77 de P₂O₅ kg ha⁻¹ (Figura 16B). Os teores de boro obtidos estão acima da faixa de 40 a 50 mg kg⁻¹ tida como adequados à cultura por Malavolta et al. (1997).

Os resultados indicam que a mineralização da matéria orgânica constitui-se em uma fonte importante de boro para as plantas (VITTI et al., 2006), uma vez que a aplicação de fontes orgânicas associada a doses de fósforo foram capazes de suprir adequadamente às plantas nesse micronutriente, independente da lâmina de água aplicada. Os resultados verificados são marcadamente superiores aos registrados Menezes et al. (2012), onde os autores após trabalharem com insumo orgânico e adubação mineral obtiveram valores abaixo do exigido pelas plantas de maracujazeiro amarelo.

Ao avaliar o sódio na matéria seca do maracujazeiro amarelo verifica-se que para a maior lâmina utilizada os valores ficaram representados pelos os teores médios de 1,36, 1,47 e 1,88 respectivamente para o solo sem matéria orgânica, com esterco bovino e com cama de frango (Figura 17A). Os valores obtidos com a aplicação de cama de frango, doses de fósforo e insumo orgânico na lâmina de 70% da ETc (Figura 17B) os valores médios para os tratamentos com fósforo, sem o fornecimento de matéria orgânica e com esterco bovino ficaram representados pelas médias 1,40 e 1,60, respectivamente. Verifica-se que na lâmina

de menor disponibilidade hídrica, assim como na de maior volume de água a cama de frango foi responsável pelo maior teor de sódio nas folhas de maracujazeiro amarelo.



* e **: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente

Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Figura 17. Teores de sódio em matéria seca de plantas de maracujazeiro amarelo submetidas a lâminas de irrigação 100% (A) e 70% da ETc (B) e a doses de P_2O_5 em solo sem matéria orgânica (- - -), com esterco bovino (—) e cama de frango (....)

Em geral, os teores de sódio observados nesta pesquisa estão muito aquém de níveis tóxicos às plantas, que se situam entre 2500 e 5000 mg kg⁻¹ de sódio na matéria seca foliar (DIAS ; BLANCO, 2010), o que significa que a nutrição da cultura não foi comprometida pelos acúmulos do elemento detectados na matéria seca foliar, independente da lâmina de irrigação.

4. CONCLUSÕES

A redução da lâmina de 100 para 70% da evapotranspiração da cultura não interferiu nas trocas gasosas das plantas de maracujazeiro amarelo.

A adubação fosfatada associada à adubação orgânica promoveu adequada nutrição das plantas de maracujazeiro em nitrogênio, enxofre, zinco, ferro e boro, independente da lâmina de água fornecida.

As plantas estavam deficientes em fósforo, potássio, cálcio, magnésio, cobre, manganês.

A cama de frango elevou os teores de clorofila *a* *b* e total.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; Sparovek, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014.

BORGES, A. L.; RAIJ, B. VAN.; MAGALHÃES, A. F. J.; BERNARDI, A. C. C.; LIMA, A. A. **Nutrição mineral, calagem e adubação do maracujazeiro irrigado**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura. 2002. 8 p (Circular Técnica, 50).

BOTELHO, S.C.C.; RONCANTTO, G.; BOTELHO, F.M.; OLIVEIRA, S.S.; WOBETO, C. Qualidade pós-colheita de frutos de maracujazeiro-amarelo produzidos em Mato Grosso. **Nativa**, Sinop, v.5, p.471-476, 2017.

CERUTTI, T.; DELATORRE, C.A. Nitrogen and phosphorus interaction and cytokinin: Responses of the primary root of *Arabidopsis thaliana* and the *pdr1* mutant. **Plant Science**, v. 198, p. 91-97, 2013.

CODY, R. 2015. **An introduction to sas university edition**. SAS Institute, Cary, North Carolina, USA.

DIAS, A.S.; LIMA, G.S.; SÁ, F.V.S.; GHEYI, H.R.; SOARES, L.A.A.; FERNANDES, P. D. Gas exchanges and photochemical efficiency of west indian cherry cultivated with saline water and potassium fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.22, n.9, p.628-633, 2018.

DIAS, N. S; BLANCO, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F. (Ed.). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade. 1. ed. cap.9, p.130-141, 2010.

EBELING, A.G.; ANJOS, L.H.C.; PEREZ, D.V.; PEREIRA, M.G. GOMES, F.W.F. Atributos químicos, carbono orgânico e substâncias húmicas em Organossolos Háplicos de várias regiões do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, p. 325-336, 2011.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Solos: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.

FALEIRO, F.G; JUNQUEIRA, N.T.V. **Maracujá: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa, 2016. 341p.

FREIRE, J.L.; CAVALCANTE, L.F., NASCIMENTO, R.; REBEQUI, A.M. Teores de clorofila e composição mineral foliar do maracujazeiro irrigado com águas salinas e biofertilizante. **Revista de Ciências Agrárias**, v.36, n.1, p.57-70, 2013.

KLEIN, C.; KLEIN, A. Estratégias para potencializar a retenção e disponibilidade de água no solo. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. v. 19, n. 1, p.21-29, 2015.

GONDIM, S.C.; CAVALCANTE, L.F.; CAMPOS, V.B.; MESQUITA, E.F.; GONDIM, P.C. Produção e composição foliar do maracujazeiro amarelo sob lâminas de irrigação. **Revista Caatinga**, v.22, n.4, p.100-107, 2009.

IFCE. Instituto Federal do Ceará, Tianguá, 2017. Disponível em <<http://intranet.tiangua.ifce.edu.br/clima/index.php>> Acesso em: 20 de Março. 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasília, 2017. Disponível em <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613#resultado>> Acesso em 10 de setembro. 2018.

LEONARDO, F.A.P.; PEREIRA, W.E.; SILVA, S.M.; COSTA, J. P. Teor de clorofila e índice spad no abacaxizeiro cv. Vitória em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, n.2, p. 377-383, 2013.

LIMA JUNIOR, J.C.; FREITAS, C.A.C.; BEZERRA, F.M.L.; SILVA, A.R.A. Desenvolvimento vegetativo e teor de clorofila do maracujazeiro irrigado sob diferentes lâminas de água residuária. In: IV Inovagri International Meeting, 2017, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: 2017, p.1-10.

LIRA, R.M., DOS SANTOS, A.N., DA SILVA, J.S., BARNABÉ, J.M.C., DA SILVA BARROS, M., & RAMALHO, H. A utilização de águas de qualidade inferior na agricultura irrigada. The use of lower quality water in irrigated agriculture. **Revista Geama**, v. 3, n. 1, p. 62-83, 2016.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.

MOREIRA, R. A.; CRUZ, M.C.M.; FERNANDES, D.R.; SILVA, E.B.; OLIVEIRA, J. Nutrient accumulation at the initial growth of pitaya plants according to phosphorus fertilization. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 46, n. 3, p. 230-237, 2016.

MARSCHNER, P. **Marschner's mineral nutrition of higher plants**. 3.ed London: Elsevier, 2012. 643p.

NASCIMENTO, J.A.M.; CAVALCANTE, L.F.C.; DANTAS, S.A.G.; SILVA, S.A. Estado nutricional de maracujazeiro-amarelo irrigado com água salina e adubação organomineral. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. especial, p. 729-735, 2011.

NASCIMENTO, J.A.M.; SOUTO, J.S.; PERREIRA, W.E.; MEDEIROS, S.A.S.; CAVALCANTE, L. F. Macronutrients in watermelon plants fertilized with potassium and cattle manure. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.20, n.9, p.836-840, 2016.

NOGUEIRA, B.B.; IGLESIAS, L.; MESQUITA, J.V.; NAKATANI, M.C.; PUTTI, F.F. Índice SPAD em plantas de tomateiro cultivado em fibra de coco e submetido a pulsos de fertirrigação. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**. v.12, n.1, p.1-6, 2018.

OLIVEIRA, S.A. **Análise foliar**. In: SOUZA, D.M.G.; LOBATO, E. (Ed.). Cerrado: correção do solo e adubação. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2002. p. 245-256.

RAIJ, B. VAN. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: CERES/ POTAFOS, 1991. 343p.

SILVA, E. M.; MELO, N. F.; MENDES, A. M. S.; ARAÚJO, F. P.; MAIA, L. C.; YANO-MELO, A. M. Response of *Passiflora setacea* to mycorrhization and phosphate fertilization in a Semiarid Region of Brazil. **Journal of Plant Nutrition**, v.38, n.3, p.431-442, 2015.

SOUSA,V.F.; FOLEGGATTI,M.V.; FRIZZONE, J.A.; DIAS, T.J.; ALBUQUERQUE JUNIOR, B.; BATISTA, ERASMO. C. Níveis de irrigação e doses de potássio sobre os teores foliares de nutrientes do maracujazeiro amarelo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.1, p.41–46, 2008.

SOUSA,V.F.; FRIZZONE, J.A.; FOLEGATTI, M.V.; VIANA, V.A. Eficiência do uso da água pelo maracujazeiro amarelo sob diferentes níveis de irrigação e doses de potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.3, p.302-306, 2005.

SOUZA,A.P.; SILVA, A.C.; LEONEL, S; SOUZA, M. E.; TANAKA, A.A. Evapotranspiração e eficiência do uso da água no primeiro ciclo produtivo da figueira ‘roxo de valinhos’ submetida a cobertura morta. **Bioscience. Journal**, v. 30, n. 4, p. 1127-1138, 2014.

SOUZA, M.S.M. de; BEZERRA, F.M.L; VIANA, T.V.A; TEÓFILO, E.M; CAVALCANTE. Í. H. L. Evapotranspiração do Maracujá nas condições do Vale do Curu. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 2, 2009.

VITTI, G. C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, magnésio e enxofre. In.: FERNANDES, M. S. **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Cap. 7, 2006, p. 300-322.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

YANG R.; MO Y.; LIU C.; WANG Y.; MA J.; ZHANG Y.; LI, H.; ZHANG, X. The effects of cattle manure and garlic rotation on soil under continuous cropping of watermelon (*Citrulluslanatus* L.). **PLoS ONE**, v. 11, n. 6, p. 1-15, 2016.

ANEXO

Tabela 1. Resumo das análises de variância das variáveis, assimilação líquida de gás carbônico (A), concentração interna de gás carbônico (Ci) transpiração (E), eficiência instantânea de carboxilação (Eic), eficiência de uso de água (EUA), fluorescência inicial (Fo) fluorescência máxima (Fm), fluorescência variável (Fv = Fm - Fo) condutância estomática (gs) e resistência estomática(rs), das plantas de maracujazeiro amarelo cultivar 'BRS SC1' em função da lâmina de irrigação, fontes de matéria orgânica e doses de fósforo.

Fontes de Variações	Gl	Quadrado Médio									
		A	Ci	E	Eic	EUA	Fo	Fm	Fv-Fm	Gs	Rs
Bloco	3	7,708 ^{ns}	108,641 ^{ns}	1,377 ^{ns}	0,620 ^{ns}	0,873 ^{ns}	2779,808 ^{ns}	24600 ^{ns}	0,022 ^{ns}	0,532 ^{ns}	15,348 ^{ns}
Li	1	8,108 ^{ns}	1663,461 ^{ns}	2,249 ^{ns}	0,616 ^{ns}	10,925**	316,815 ^{ns}	4025,208 ^{ns}	0,050 ^{ns}	0,420 ^{ns}	3,077 ^{ns}
Resíduo (a)	3	3,709 ^{ns}	834,543 ^{ns}	2,419 ^{ns}	0,635 ^{ns}	0,402 ^{ns}	895,519 ^{ns}	22823 ^{ns}	0,016 ^{ns}	0,543 ^{ns}	11,036 ^{ns}
M	2	1,356 ^{ns}	163,765 ^{ns}	0,407 ^{ns}	0,621 ^{ns}	0,938 ^{ns}	624,933 ^{ns}	28945 ^{ns}	0,002 ^{ns}	1,042 ^{ns}	6,481 ^{ns}
P	4	0,081 ^{ns}	1513,619 ^{ns}	2,105 ^{ns}	0,628 ^{ns}	0,966 ^{ns}	502,429 ^{ns}	23057 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,486 ^{ns}	9,795 ^{ns}
M x P	8	1,841 ^{ns}	795,974 ^{ns}	0,693 ^{ns}	0,628 ^{ns}	0,418 ^{ns}	241,485 ^{ns}	19291 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,499 ^{ns}	3,802 ^{ns}
Li x P	4	11,196 ^{ns}	993,803 ^{ns}	0,241 ^{ns}	0,626 ^{ns}	0,970 ^{ns}	380,354 ^{ns}	18586 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,489 ^{ns}	1,669 ^{ns}
Li x M	2	0,040 ^{ns}	953,224 ^{ns}	0,241 ^{ns}	0,627 ^{ns}	0,163 ^{ns}	1721,200 ^{ns}	13949 ^{ns}	0,008 ^{ns}	0,505 ^{ns}	1,609 ^{ns}
Li x M x P	8	1,626 ^{ns}	583,754 ^{ns}	0,646 ^{ns}	0,624 ^{ns}	0,527 ^{ns}	361,460 ^{ns}	17247 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,491 ^{ns}	1,064 ^{ns}
Resíduo (b)	84	1,975	781,092	0,571	0,626	0,498	792,628	19239	0,005	0,497	2,750
CV (a)		23,57	11,00	48,00	7,75	36,00	21,30	25,18	17,03	3,66	22,27
CV (b)		17,00	10,40	23,00	7,69	26,40	20,00	23,12	9,52	3,50	21,01

^{ns}, * e **: não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente

Li= lâmina de irrigação; M = matéria orgânica; P= Fósforo

CAPÍTULO III

PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DE MARACUJAZEIRO AMARELO SOB LÂMINAS DE ÁGUA E ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL

RESUMO

Cultivado no Brasil o maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* Sims) é a espécie frutífera mais conhecida e tem se destacado nos últimos anos devido à qualidade físico-química dos frutos e a grande aceitação do suco no mercado nacional. No entanto, fatores associados à nutrição, principalmente em fósforo têm sido atribuídos como responsáveis pela baixa produtividade da cultura na Serra da Ibiapaba-CE. Nesse sentido um experimento foi desenvolvido para avaliar a produção e qualidade físico-química do maracujazeiro amarelo Sol do Cerrado sob lâminas de irrigação, adubação fosfatada e orgânica. O trabalho foi desenvolvido no município de Tianguá – CE. Os tratamentos foram organizados em parcela subdivididas obedecendo ao esquema $2 \times (3 \times 5)$, sendo a parcela principal as lâminas de irrigação (100 e 70% da ETc) e as subparcelas as combinações entre fontes de matéria orgânica (sem e com, utilizando esterco bovino e cama de frango) e as doses de fósforo (0, 40, 80, 120, 160 de P_2O_5 kg ha⁻¹). Os tratamentos foram distribuídos em quatro blocos casualizados e as subparcelas foram constituídas por três plantas. As doses de fósforo aplicadas foram oriundas do superfosfato simples (18% P_2O_5 , 12% S, 20% Ca), fornecidas 50% no preparo das covas e 50% no início da floração. A produção foi avaliada pelo número e massa média dos frutos, e produtividade, a qualidade pós-colheita dos frutos pelo diâmetro longitudinal, transversal, pH do suco, acidez titulável, teor de sólidos solúveis e a razão sólidos solúveis/acidez titulável e rendimento de polpa. Os dados foram submetidos à análise de variância. As médias referentes à adubação orgânica e as lâminas de irrigação foram comparadas pelo de Tukey a 5% de probabilidade as doses de fósforo por regressão polinomial. Para processamento dos dados foi utilizado o software SAS (2011). Os valores de produtividade sofreram ação significativa da interação lâmina de água \times doses de fósforo e efeito isolados das fontes orgânicas. A redução no volume de água aplicada em até 30% da evapotranspiração da cultura do maracujazeiro, não acarretou em perda na produtividade. A cama de frango foi responsável pela maior produtividade obtida. A redução da lâmina de água de 100 para 70% da evapotranspiração da cultura não interferiu na qualidade físico-química dos frutos do maracujazeiro amarelo Sol do Cerrado em Tianguá, CE. A cama de frango contribuiu para a melhoria da qualidade pós-colheita dos frutos de maracujá.

Palavras chave: *Passiflora edulis*, fósforo, produtividade, pós-colheita.

ABSTRACT

Cultivated in Brazil, the yellow passion fruit (*Passiflora edulis* Sims) is the most well-known fruit species and has stood out recently among others fruits, due to the physico-chemical quality of the fruits and the great acceptance of the juice in the national market. However, factors associated with nutrition, specially phosphorus have been attributed to the low productivity of this crop in the Serra da Ibiapaba-CE. Based on that, an experiment was carried out to evaluate the production and physico-chemical quality of the yellow passion fruit 'Sol do Cerrado' under irrigation depths, phosphate and organic fertilization. The work was performed in the municipality of Tianguá - CE. The treatments were arranged in subdivided in plots of $2 \times (3 \times 5)$ design, where the main plot corresponded to the irrigation depths (100 and 70% ETc) and the subplots corresponded to the combinations between sources of organic matter (with and without, using bovine manure and poultry litter) and phosphorus doses (0, 40, 80, 120, 160 of P_2O_5 kg ha⁻¹). The treatments were distributed in four randomized blocks and the subplots consisted of three plants. The applied phosphorus doses were obtained from simple superphosphate (18% P_2O_5 , 12% S, 20% Ca), applied 50% in the preparation of pits and 50% at the beginning of the flowering stage. The productivity was evaluated by the number and average mass of fruits, and post-harvest quality of the fruits by the longitudinal and transverse diameter, juice pH, titratable acidity, soluble solids content, the ration of soluble solids/titratable acidity and yield of pulp. Data were submitted to analysis of variance. The means of the treatments under organic fertilization and irrigation depths were compared by the Tukey test at 5% probability and the treatments under phosphorus doses by polynomial regression. The software SAS (2011) was used. The productivity values underwent significant action of the water depth interaction \times doses of phosphorus and isolated effect of the organic sources. The decrease in volume of water applied in up to 30% of the evapotranspiration of the passion fruit, did not cause losses in productivity. The poultry litter promoted a higher productivity. The decrease of water depth from 100 to 70% of the crop evapotranspiration did not interfere in the physicochemical quality of the fruits. The poultry litter contributed to the improvement of post-harvest quality of the passion fruit.

Keywords: *Passiflora edulis*, phosphorus, productivity, post-harvest.

1. INTRODUÇÃO

O maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* Sims) é a espécie frutífera mais conhecida e cultivada no Brasil e tem se destacado nos últimos anos devido à qualidade físico-química dos frutos e a grande aceitação do suco no mercado nacional (SANTOS et al., 2014), ocupa lugar de destaque na fruticultura nacional, sendo inclusive considerada uma cultura que expressa alta importância econômica para pequenas propriedades, alcançando bons índices de distribuição de renda ao longo do ano e apresentando alto poder comercial de frutas frescas (ARAÚJO et al., 2013; FURLANETO et al., 2014).

A cadeia produtiva desta frutífera ainda apresenta problemas que em parte devem estar relacionados a problemas fitossanitários, à inadequação da adubação e nutrição das plantas e também a utilização de cultivares inadequadas às condições edafoclimáticas da região de plantio (CAVACHIOLI et al., 2014). A falta de cultivares homogêneas e produtivas, aptas às regiões de cultivo e tolerantes às principais pragas e doenças, tem limitado também a qualidade dos frutos quanto ao aspecto sabor, coloração, uniformidade de tamanho e formato (KRAUSE et al., 2012).

Aliado a esses fatores, a restrição hídrica contribui para uma baixa produtividade e inferior qualidade pós colheita dos frutos, uma vez que áreas agrícolas no nordeste brasileiro dependem diretamente da irrigação, em função das altas taxas de evapotranspiração e uma má distribuição temporal das chuvas (LIRA et al., 2016). Diante dos fatores que comprometem a produtividade e as características físico-químicas dos frutos de maracujazeiro amarelo, a análise destas variáveis permite verificar se estes atendem os padrões de qualidade exigidos pelos consumidores. Para o consumo in natura, os consumidores preferem frutos maiores, de aparência atraente, mais doces e pouco ácidos (AGUIAR et al., 2015).

Para a indústria de suco devem apresentar, preferencialmente, elevado rendimento de polpa, alto teor de sólidos solúveis totais e elevada acidez total titulável (BRUCKNER et al., 2002). No Nordeste brasileiro, responsável por parte expressiva da produção nacional, a cultura se mostra economicamente viável quando produzida sobre regime de irrigação, mas ultimamente o aumento nos preços de fertilizantes sintéticos, a dificuldade de acesso a esses insumos por parte dos pequenos produtores e falta de informação técnica dentre outros fatores tem contribuído para que a adubação mineral não seja fornecida adequadamente.

Por outro lado, a escassez de água para irrigação e irregularidade de precipitação pluviométrica aumenta o risco de perdas de fertilizantes e a baixa eficiência da adubação, resultando em baixa produtividade e frutos de inferior qualidade pós colheita.

Uma alternativa é o fornecimento de matéria orgânica às plantas, que realizada adequadamente pode reduzir a necessidade de fertilizantes sintéticos e aumentar a eficiência no uso de água pela cultura do maracujá, reduzindo assim os custos de produção da cultura e contribui de maneira direta para o aumento da produtividade e qualidade dos frutos colhidos. Uma técnica de elevado valor fitotécnico empregada no cultivo do maracujazeiro amarelo é a adubação organomineral (OLIVEIRA et al., 2017).

Os insumos orgânicos de origem animal constituem alternativas de baixo custo em comparação aos fertilizantes minerais além de conterem NPK em nível que varia entre 10 e 20% dos adubos minerais (MEURER, 2010), e em geral, fornecem teores adequados de macro e micronutrientes para o crescimento das culturas e incrementa a quantidade de matéria orgânica do solo (LAZCANO; GÓMEZ-BRAWDOW, 2008), além de melhorar a qualidade físico-química dos frutos (DAMATTO JUNIOR et al., 2005, PACHECO et al. 2016).

Em comparação com outros insumos orgânicos comumente utilizados na agricultura, como os esterco bovinos, caprinos e suínos, a cama de frango é mais rica em nitrogênio fato pelo qual é utilizado como fonte de nutrientes para as plantas (AZZEZ et al., 2010; DEMARI et al. 2016). Assim sendo, a aplicação de cama de frango e esterco bovino ao solo apresentam elevado potencial para melhoria das propriedades químicas, físicas e biológicas edáficas (SILVA et al., 2014; ANDRADE et al., 2015) como para a qualidade físico-química dos frutos. Nesse sentido, o trabalho teve como objetivo avaliar a produção e a qualidade físico-química dos frutos de maracujazeiro amarelo 'BRS SC1' sob lâminas de irrigação, adubação fosfatada e orgânica.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização, clima e solo

O experimento desenvolvido no Instituto Federal do Ceará, município de Tianguá-CE, Serra da Ibiapaba no período de março de 2016 à março de 2017. O clima da região é do tipo Aw', segundo Koeppen (ALVAREZ et al., 2014), que significa tropical com estação seca de inverno e chuvas de verão. A precipitação total registrada no período do experimento foi de 691,8 mm (Figura 1), uma temperatura média de 23,4°C e umidade relativa de 75% (Figura 2). O experimento foi desenvolvido no período de fevereiro de 2016 à março de 2017, em uma área de Neossolo Quartzarênico (EMBRAPA, 2013). Antes do início do experimento foi coletada uma amostra composta de seis amostras simples de solo da área experimental, na camada de 0 a 40 cm para caracterização química quanto fertilidade e física (Tabela 1) e empregando as metodologias contidas em Embrapa (2017).

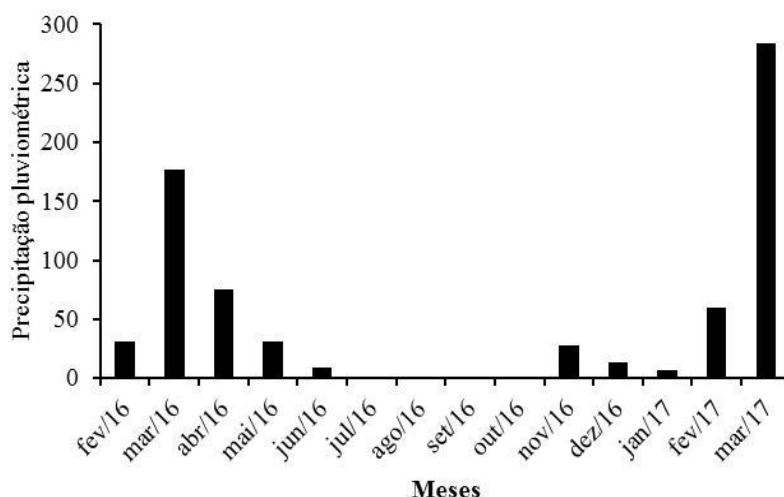


Figura 1. Precipitação pluviométrica mensal registrada durante condução do experimento no período de março de 2016 a março de 2017, Tianguá-CE.

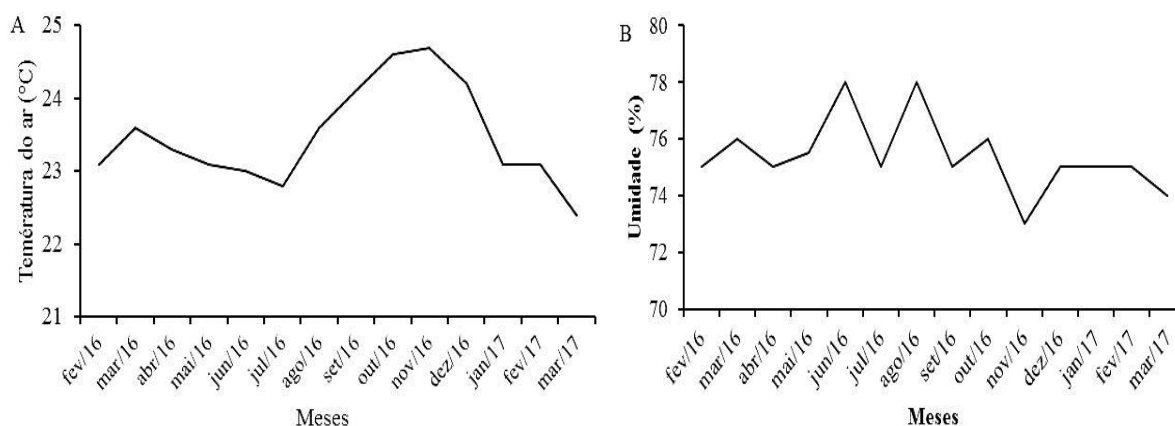


Figura 2. Temperatura média mensal (A) e umidade relativa (B) registrada durante condução do experimento no período de fevereiro de 2016 a março de 2017, Tianguá CE.

Tabela 1. Caracterização química e física do solo quanto à fertilidade na profundidade de 0 - 40 cm, antes da instalação do experimento.

Atributos químicos ¹		Atributos físicos ²	
pH H ₂ O (1:2,5)	5,4	Areia total (g kg ⁻¹)	746
P (mg dm ⁻³)	5,5	Silte (g kg ⁻¹)	111
K ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,16	Argila (g kg ⁻¹)	143
Na ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,01	Ad (g kg ⁻¹)	68,30
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,30	Grau de flocculação (%)	52,23
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,75	Densidade do solo (kg dm ⁻³)	1,47
SB (cmol _c dm ⁻³)	2,22	Densidade de partícula (kg dm ⁻³)	2,65
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,15	Porosidade total (m ³ m ⁻³)	0,45
H ⁺ +Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,95	Umidade a - 0,033MPa (g kg ⁻¹)	120
PST	0,24	Umidade a - 1,500 MPa (g kg ⁻¹)	90
CTC (cmol _c dm ⁻³)	4,17	Adi (g kg ⁻¹)	30,00
V(%)	53,24	Classificação textural:	Franco Arenoso
MO (g kg ⁻¹)	19,50		

pH (potencial hidrogeniônico) em água; P (fósforo), K⁺ (potássio) e Na⁺ (sódio) com extrato Mehlich 1; Ca²⁺ (cálcio), Mg²⁺ (magnésio) e Al³⁺ (alumínio) com extrator KCl 1 M; H⁺ + Al³⁺ (hidrogênio mais alumínio) com extrator acetato de cálcio 0,5 M a pH 7,0; SB (soma de bases) = K⁺ + Na⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺; CTC (capacidade de troca de cátions) = SB + H⁺ + Al³⁺; V (saturação por bases) = (SB/CTC) x 100; PST (percentagem de sódio trocável) = (Na⁺/CTC) x 100; m (saturação por alumínio) = (Al³⁺/CTC) x 100; MO (matéria orgânica) = carbono orgânico x 1,724, método Walkley-Black;

²Granulometria pelo método do densímetro, dispersante NaOH 1 M; Ad (argila dispersa em água); Gf (grau de flocculação) = ((argila total - Ad)/argila total) x 100; Ds (densidade do solo); Dp (densidade de partícula); PT (porosidade total) = (Dp - Ds)/Dp.

2.2. Delineamento experimental

Os tratamentos foram organizados em parcela subdivididas obedecendo o esquema 2 x 3 x 5, sendo a parcela principal as lâminas de irrigação (100 e 70% da ET_c) e as subparcelas as combinações entre fontes de matéria orgânica (sem e com, utilizando esterco bovino e cama de frango) e as doses de fósforo (0, 40, 80, 120, 160 de P₂O₅ kg ha⁻¹). Os tratamentos foram

distribuídos em quatro blocos casualizados e as subparcelas foram constituídas por três plantas.

As covas foram abertas nas dimensões de 40 cm × 40 cm × 40 cm, nas distâncias de plantio de 2,5 m entre linhas e 3,0 m entre plantas. Pelo baixo teor de cálcio e pH abaixo de 5,5 foi fornecido calcário dolomítico com PRNT de 91%, CaO = 32% e MgO = 15% segundo recomendação de Cavalcanti et al. (2008), aplicado 30 dias antes da preparação das covas.

O esterco bovino e a cama de frango foram caracterizados quimicamente conforme metodologia contida em EMBRAPA (2019). Esses adubos foram aplicados para elevar a matéria orgânica do solo de 1,9 para 4%, fornecidas 50% no preparo das covas juntamente com o calcário e o restante no início da floração das plantas simultaneamente com a segunda aplicação das doses de fósforo.

Tabela 2. Caracterização química do esterco bovino e cama-de-frango utilizados na adubação orgânica.

Variável	Insumos Orgânicos	
	Esterco Bovino	Cama de frango
Matéria Orgânica (g kg ⁻¹)	712,7	705,3
Nitrogênio (g kg ⁻¹)	14,5	14,8
Fósforo total (g kg ⁻¹)	6,4	13,6
Potássio (g kg ⁻¹)	10,4	15,0
Cálcio (g kg ⁻¹)	1,44	4,5
Magnésio (g kg ⁻¹)	7,00	2,80
Enxofre (g kg ⁻¹)	0,00	0,00
Ferro (g kg ⁻¹)	4,67	2,10
Manganês (mg kg)	684,09	168,93
Cobre (mg kg)	53,43	0,00
Zinco (mg kg)	71,31	15,22
Boro (mg kg)	100	0,00
Sódio (mg kg)	400	230
Cinzas (g kg ⁻¹)	284,3	294,7
Umidade (g kg ⁻¹)	52,2	39,0
Densidade (g dm ⁻³)	0,51	0,20
Soma de NPK (g kg ⁻¹)	31,8	40,4
pH	7,7	6,10

2.3. Formação das mudas, transplântio e condução

As sementes do híbrido Sol do Cerrado foram adquiridas da Empresa Agrocinco *seeds e value*. As mudas foram produzidas em estufa telada, em bandejas de 162 células, utilizando como substrato vermiculita e fibra de coco lavada. O transplântio foi realizado na primeira semana de março de 2016, as mudas na ocasião estavam em média com 25 cm de altura, obtendo-se 100% do pegamento das mesmas. As plantas foram conduzidas em sistema de

espaldeira vertical simples composta por um arame liso nº 12 instalado no topo de estacas com 2,20 m de altura. O cálculo dos insumos orgânicos cama de frango e esterco bovino com 2,27 e 1,66% na primeira aplicação e 1,14 e 1,04% na segunda, foi feito para elevar o teor de matéria orgânica do solo de 1,9 % para 4% foi feito empregando a expressão abaixo de Nascimento et al. (2016):

$$\text{DFO} = (\text{NMOA} - \text{NMOE}) \times V_c \times d_s \times U_i / \text{TMO}_i \quad (1)$$

Onde:

DFO = Dosagem da fonte orgânica a ser aplicada nas covas (kg por cova)

NMOA = Nível da matéria orgânica a ser atingida (g kg^{-1})

NMES = Nível da matéria orgânica existente no solo (g kg^{-1})

V_c = volume da cova (cm^3)

d_s = Densidade do solo (g cm^{-3})

U_i = Umidade do insumo (%)

TMO_i = Teor de matéria orgânica existente no insumo.

2.4. Aplicação dos tratamentos

As doses de fósforo 0, 40, 80, 120 e 160 kg ha^{-1} P_2O_5 foram fundamentadas na dosagem recomendada de 80 kg ha^{-1} P_2O_5 sugerida por Cavalcanti (2008) para o maracujazeiro amarelo no estado de Pernambuco. Esse valor foi reduzido para 80, 40 e 0 e aumentada para 120 e 160. As respectivas doses foram fornecidas na forma de superfosfato simples (18% P_2O_5 , 12% S, 20% Ca), aplicadas 50% na preparação das covas e a outra metade no início da floração das plantas.

Os insumos orgânicos esterco bovino (EB) e cama de frango (CF) (Tabela 2) e as doses de fósforo foram fornecidos 50% no preparo das covas e o restante no início da floração. Os insumos orgânicos foram aplicados de modo a elevar o teor de matéria orgânica do solo, que era 1,9 % para 4%. As doses referentes a 100% do esterco bovino e da cama de frango são respectivamente 2,4 kg de esterco bovino 3,0 kg de cama de frango, sendo portanto fornecido em cada aplicação de 50% de cada fonte orgânica.

2.5. Adubação de cobertura

A adubação em cobertura com N e K foi realizada de acordo com recomendação de Cavalcanti et al. (2008) para cultura do maracujazeiro no Estado de Pernambuco. Ambos os nutrientes foram fornecidos na forma de ureia (45% N) e cloreto de potássio (60% K_2O), respectivamente aos 30 e 60 dias após o transplântio nos níveis de 15 g de N e 7,5 K_2O , respectivamente. Na floração e aos 90 dias foram fornecidos 22,5 e 11,25 g de N e K_2O .

2.6. Irrigação e controle de doenças

A irrigação foi por gotejamento, usando dois gotejadores iDrop tipo autocompensante de carga hidráulica com vazão de $7,8 \text{ L h}^{-1}$, por planta distanciados de 20 cm do caule. A frequência de irrigação foi a cada dois dias, com lâminas (100 e 70%) aplicadas com base na evapotranspiração da cultura - ET_c pelo produto da evapotranspiração de referência - ET_o . E evapotranspiração de referência foi estimada pelo produto da evaporação de tanque classe 'A' pelo fator 0,75 para obtenção da ET_o , adotando os coeficientes de cultivo - k_c adotados, nas distintas fases fenológicas da cultura, conforme Souza et al. (2009) para a Vale do Curu, Pentecoste, CE, foram 0,69, 0,92, 1,08 na fase inicial até os primeiros 70 dias após o plantio - DAP, fase vegetativa dos 71 aos 110 DAP e fase reprodutiva, dos 111 até o final da colheita. A água utilizada para irrigação das plantas foi de um poço tubular próximo à área experimental foi avaliada conforme Richards (1954) e apresenta a caracterização indicada quanto à salinidade conforme Tabela 3.

Tabela 3. Caracterização química da água de irrigação utilizada durante o experimento.

pH	CE	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	SO_4^{-2}	CO_3^{-2}	HCO_3^-	Cl^-	RAS	Classe
	dS m^{-1}	$\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$									
4,9	0,62	0,12	0,32	5,00	0,62	1,33	0,00	0,00	5,75	10,67	C_2S_2

$\text{RAS} = \text{Na}^+ / [(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})/2]^{1/2}$

2.7. Variáveis analisadas

2.7.1. Colheita

A colheita foi realizada a cada três dias retirando-se das plantas os frutos com pelo menos 30% da área da casca com coloração amarelada (GONDIM et al., 2009). Posteriormente, os frutos foram acondicionados em caixas tipo “K”, contados e pesados para obtenção massa média de frutos, do número de frutos por planta e produtividade.

2.7.2. Caracterização física

Os diâmetros longitudinais e equatoriais e a espessura da casca foram medidos nos quatro quadrantes com auxílio de um paquímetro digital. A espessura da casca foi medida em quatro pontos da região equatorial do fruto por meio de um paquímetro digital, com os resultados expressos em mm. A massa fresca do fruto foi obtida por pesagem individual dos frutos em balança digital, com precisão de 0,01 g. O rendimento de polpa foi obtido pela relação entre a massa da polpa [Massa do fruto - (massa da casca + massa das sementes)] e a massa do fruto.

2.7.3. Caracterização química

Foram avaliadas as seguintes características químicas nos frutos: pH do suco, acidez titulável, teor de sólidos solúveis, relação teor de sólidos solúveis/acidez titulável SS/AT. O pH do suco foi medido em potenciômetro digital (DM22, Digimed), conforme recomendado pela AOAC (2002).

A acidez titulável foi determinada por titulometria com solução de NaOH 0,1M com indicador fenolftaleína até obtenção de coloração róseo claro permanente, utilizando 50 ml de água destilada e 1ml de suco (IAL, 2008). Os sólidos solúveis (°Brix) foram determinados por meio de leituras diretas no suco com refratômetro digital portátil modelo MOD.: NQRF-32ATC[®] seguindo a metodologia recomendada por AOAC (2002). Os valores da razão SS/AT foram determinados pela relação direta entre os teores de sólidos solúveis e a acidez titulável.

2.8. Análise Estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando o teste F ($p \leq 0,05$), para verificar os efeitos dos fatores isoladamente e suas interações. A comparação entre as fontes de matéria orgânica e lâminas de irrigação foi feita pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$) e as doses de fósforo por regressão utilizando o software SAS[®]University (CODY, 2015).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Produção

A interação entre as lâminas de irrigação, doses de fósforo e fontes de matéria orgânica não exerceram efeitos significativos sobre nenhum componente de produção da cultura (Tabela 4). A massa média de frutos não respondeu a nenhuma fonte de variação e nem da interação entre elas. Por outro lado, o número de frutos sofreu interferência das ações isoladas das fontes de matéria orgânica e das doses de fósforo. A produtividade sofreu influência da interação entre as lâminas de água e doses de fósforo e à ação, isolada da matéria orgânica.

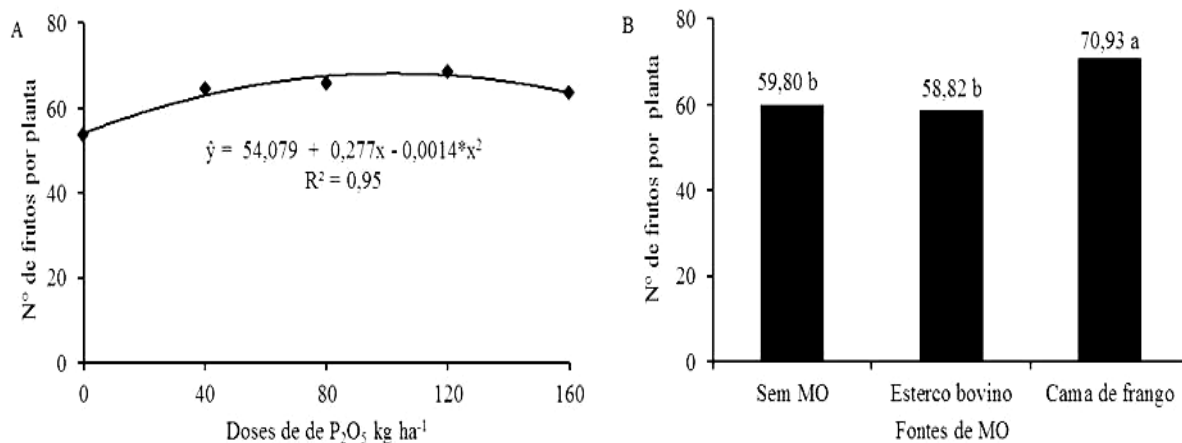
Tabela 4. Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes aos valores número de frutos (NF), massa média dos frutos (MMF) e produtividade (PROD).

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios (QM)		
		NF	MMF	PROD
Bloco	3	0,0046 ^{ns}	3036,850 ^{ns}	16805 ^{ns}
Li	1	832,245 ^{ns}	2316,669 ^{ns}	74369 ^{ns}
Resíduo (a)	3	241,506	3267,164	430219
M	2	0,0046*	427,312 ^{ns}	14199**
P	4	775,843*	3209,656 ^{ns}	69737**
M x P	8	195,180 ^{ns}	4911,61 ^{ns}	22355
Li x P	4	281,730 ^{ns}	2840,576 ^{ns}	45962*
Li x M	2	911,361 ^{ns}	1827,591 ^{ns}	11990 ^{ns}
Li x M x P	8	159,963 ^{ns}	2592,671 ^{ns}	31628 ^{ns}
Resíduo (b)	84	315,197	2508,755	18160
CV a (%)		3,82	29,76	27,20
CV b (%)		4,99	25,99	11,48

^{ns}, * e **: não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. GL = grau de liberdade; ns = não significativo; * e ** respectivamente significativos para p<0,05 e p<0,01; CV = Coeficiente de variação,

Li= lâmina de irrigação; M = Matéria orgânica; P= Fósforo

Pela ação isolada a adubação fosfatada elevou o número de frutos de 54 frutos planta⁻¹ no solo sem adubação com P₂O₅ para 68 frutos por planta na dose estimada de 99 kg de P₂O₅ ha⁻¹ (Figura 3A).



NS = não significativo; * e ** respectivamente significativos para p<0,05 e p<0,01

Figura 3. Número de frutos de maracujazeiro amarelo 'BRS SC1' em função da aplicação de fósforo (A) e do fornecimento de insumos orgânicos (B).

O aumento produtivo do maracujazeiro amarelo em resposta à adubação com fósforo foi relatada por Santos et al. (2014), corroborando com os resultados obtidos neste trabalho. O fósforo desempenha papel importante na fotossíntese, respiração, armazenamento e transferência de energia, atuando, dessa forma, na divisão e crescimento celular, dentre outros processos do desenvolvimento vegetal (NOVAIS et al., 2007, TAIZ et al. 2017).

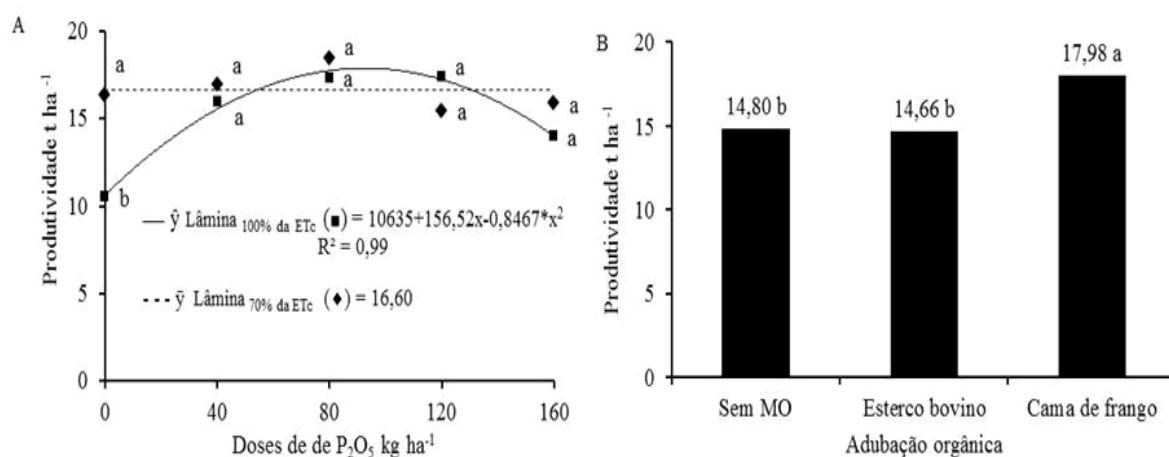
O uso da cama de frango promoveu aumento de 18,6 e 20,3% o número de frutos em relação às plantas do solo ausente de adubação orgânica e tratadas com esterco bovino, respectivamente (Figura 3B). A cama de frango é rica em nitrogênio, geralmente apresenta teores elevados de fósforo, potássio e cálcio (Tabela 2), essa propriedade torna essa fonte com potencial de uso para diversas culturas (FARIDULLAH et al., 2009), inclusive para o maracujazeiro amarelo.

A massa média dos frutos não sofreu efeito significativo das fontes de variação em estudo, apresentou média geral de 193 gramas, no entanto o valor obtido foi adequado ao mercado de frutas *in natura* que é entre 170 e 210 g no estado de São Paulo (MELLETTI et al., 2002) e no Nordeste que estabelece um valor acima de 190 g (RODRIGUES et al., 2009). Diante da limitação de água, a ausência de significância das lâminas aplicadas é um resultado

importante, uma vez que foi possível produzir frutos com massa média adequada para o mercado, mesmo com a redução de 100 para 70% da lâmina de água fornecida.

O comportamento dos dados está de acordo com os encontrados por Rodolfo Junior (2007) e Carvalho et al. (2014) que não obtiveram diferença significativa da interação entre insumos orgânicos e adubação mineral e das lâminas aplicadas, respectivamente. Por outro lado, os valores obtidos estão dentro do intervalo de 120 a 350 g fruto⁻¹ registrados por Dias et al. (2017) em solo cultivado com maracujazeiro amarelo 'BRS SC1' e adubado com nitrogênio e potássio.

A produtividade do maracujazeiro sofreu influência significativa das fontes de variação lâmina de água × doses de fósforo e ação isolada das fontes orgânicas fornecidas (Figura 4).



* e **: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Figura 4. Produtividade de plantas maracujazeiro amarelo 'BRS SC1' submetidas a lâminas de irrigação (A) em função da aplicação de fósforo e do fornecimento de matéria orgânica (B).

Verifica-se que com a irrigação de 100% da evapotranspiração da cultura a produtividade aumentou até a dose de 92 kg ha⁻¹ de P₂O₅, obtendo-se 18 t ha⁻¹. Enquanto ao reduzir a lâmina para 70% não se obteve ajuste da produção em função das doses de fósforo, ficando os valores representados pela média 16,60 t ha⁻¹. Entre as lâminas observou-se também que na ausência de adubação fosfatada a produtividade foi maior sob o menor

volume de água. Os valores obtidos nesse trabalho estão acima da produtividade média nacional, que é de aproximadamente 14 t ha⁻¹segundo o (IBGE, 2017).

Os dados obtidos pela ação isolada na matéria orgânica demonstra supremacia da cama de frango, o insumo proporcionou valores superiores de produtividade das plantas de maracujazeiro em relação as demais fontes orgânicas aplicadas (Figura 4B). A superioridade deste insumo orgânico pode ser devido à sua maior concentração de nutrientes em relação ao esterco bovino (Tabela 2), principalmente em fósforo, potássio e cálcio, causa do reduzido índices de aproveitamento de rações pelas aves que é apenas de 40 a 60%, sendo o restante eliminado via dejetos (KONZEN, 2003; ADELI et al., 2007).

3.2. Pós colheita

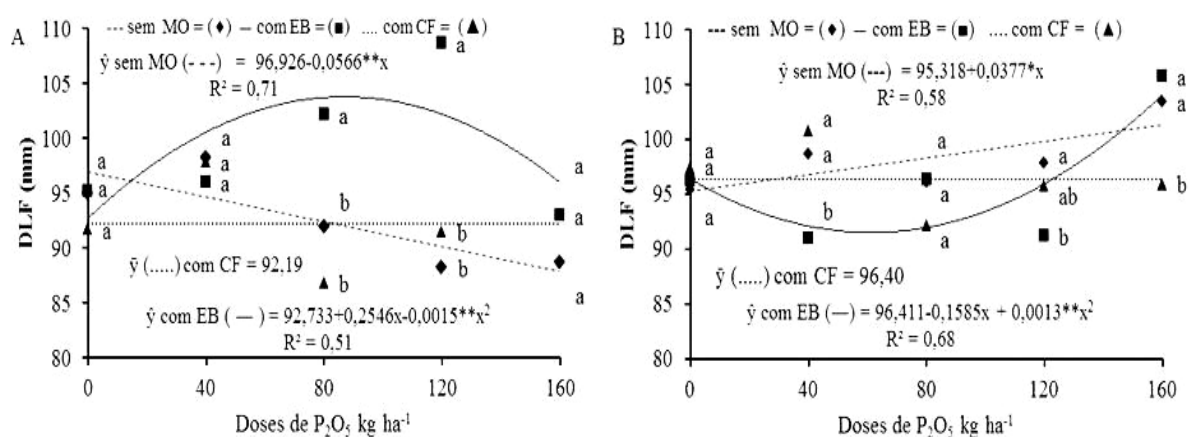
A interação entre as lâminas de irrigação, doses de fósforo e fontes de matéria orgânica exerceram efeitos significativos sobre as características físicas, diâmetro longitudinal e espessura da casca (Tabela 5), o diâmetro transversal por sua vez sofreu interferência significativa apenas da interação lâmina de água \times doses de fósforo.

Tabela 5. Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes aos valores de diâmetro longitudinal dos frutos (DLF), diâmetro transversal dos frutos (DTF) e espessura de casca (EC) de maracujazeiro amarelo

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios (QM)		
		DLF	DTF	EC
Bloco	2	17,191 ^{ns}	17,739 ^{ns}	0,0079 ^{ns}
Li	1	130,967 ^{ns}	5,897 ^{ns}	1,496 ^{ns}
Resíduo (a)	2	9,050	4,745	1,022
M	2	84,765**	40,263 ^{ns}	0,498 ^{ns}
P	4	23,254 ^{ns}	8,274 ^{ns}	1,220**
M x P	8	61,433**	26,939 ^{ns}	0,617**
Li x P	4	93,934**	84,121**	0,508**
Li x M	2	165,360**	36,263 ^{ns}	1,822**
Li x Mx P	8	74,993**	42,337 ^{ns}	1,586**
Resíduo (b)	56	10,915	20,500	0,199
CV a (%)		9,45	5,66	18,97
CV b (%)		11,39	24,49	3,69

^{ns}, * e **: não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. GL = grau de liberdade; ns = não significativo; * e ** respectivamente significativos para $p < 0,05$ e $p < 0,01$; CV = Coeficiente de variação, Li= lâmina de irrigação; M= Matéria orgânica; P= Fósforo

O diâmetro longitudinal dos frutos foi influenciado significativamente pela interação entre lâmina de água \times doses de fósforo \times fontes de matéria orgânica. Verifica-se que os valores obtidos com o fornecimento de esterco bovino foram superiores quando o solo foi adubado com as doses de 80 e 120 kg ha⁻¹, ao se irrigar com 100% da lâmina hídrica, o diâmetro longitudinal dos frutos alcançou 101 mm na dose máxima estimada de 78,87 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na presença do esterco bovino (Figura 5A).



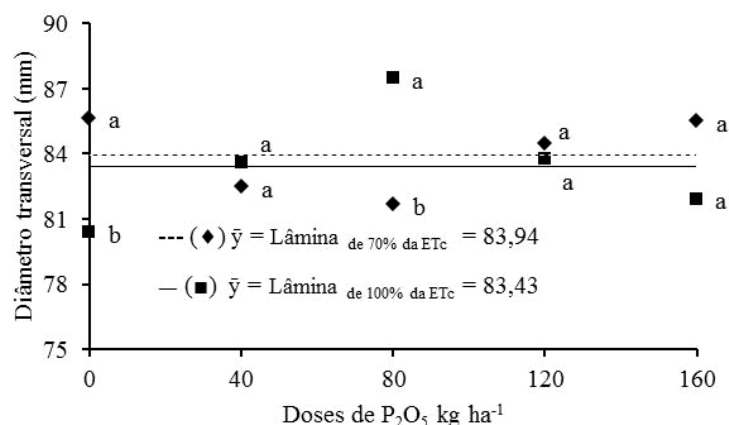
Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Figura 5. Diâmetro longitudinal dos frutos (DLF) de maracujazeiro amarelo 'BRS SC1' submetidos a lâminas de irrigação 100% (A) e 70% da ETc (B) e a doses de P_2O_5 em solo sem matéria orgânica (- - -), com esterco bovino (—) e cama de frango (....).

Quando as plantas foram adubadas com cama de frango o solo irrigado com a maior e menor lâmina de água, não houve ajuste a nenhum modelo matemático, ficando representados pelos valores médios de 92,18 e 96,40 mm, respectivamente (Figura 5A e 5B). Os valores registrados superaram dos 73,7 mm verificados por Carvalho et al. (2014) quando os autores avaliaram a qualidade dos frutos de maracujazeiro amarelo em função da tensão de água no solo. Na menor lâmina aplicada correspondente a 70% da evapotranspiração da cultura (Figura 5B) observa-se também uma superioridade do esterco bovino em comparação com a cama de frango quando as plantas foram adubadas com a maior dose de fósforo.

Os resultados encontrados nesse trabalho são superiores aos registrados por Campos et al. (2007) e Rodrigues et al. (2008) em maracujazeiro amarelo tratado com adubação organomineral. As variáveis diâmetro longitudinal e transversal são utilizadas em alguns mercados consumidores do Brasil para classificação do tipo do fruto (SILVA et al., 2015).

Os valores de diâmetro transversal dos frutos (DTF) foram influenciados significativamente pela interação entre lâminas de água e doses de fósforo (Figura 6).



Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

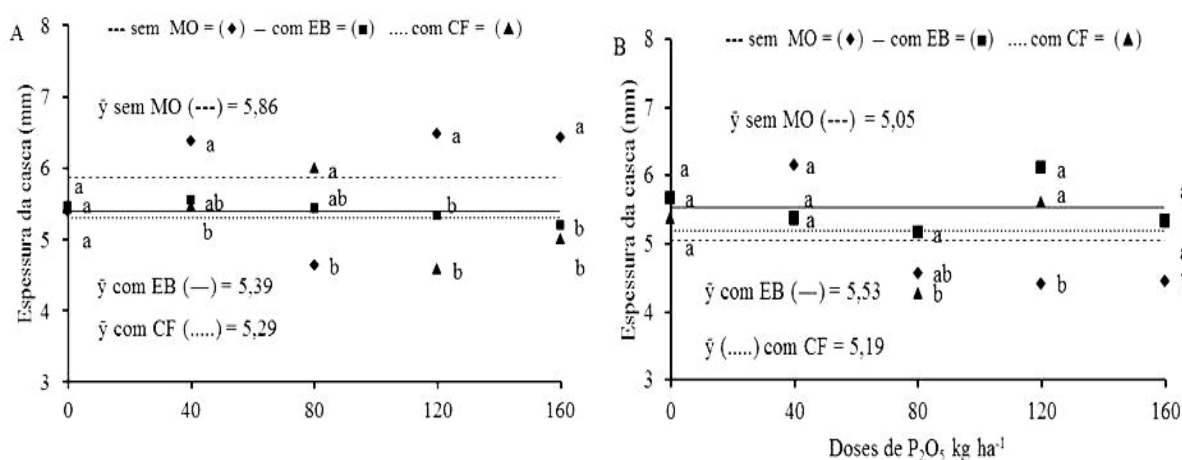
Figura 6. Diâmetro transversal dos frutos (DTF) de maracujazeiro amarelo 'BRS SC1' submetidos a lâminas de irrigação 100% (—) e 70% da ET_c (- - -) e doses de P_2O_5 .

Os valores obtidos não se ajustaram a nenhum modelo de regressão aplicado e estão representados pelas médias 83,43 e 83,94 mm respectivamente para as lâminas de água 100 e 70% da evapotranspiração da cultura (Figura 6), valores superiores aos verificados por Carvalho et al. (2014) ao cultivarem maracujazeiro amarelo em função da tensão de água no solo.

Observa-se que a lâmina referente a 100% da evapotranspiração da cultura resultou em frutos com menor diâmetro transversal com a aplicação de $80\ kg\ ha^{-1}$ de fósforo. Os dados revelam um crescimento maior no sentido longitudinal (Figura 5) do que no transversal, fato que pode comprometer a qualidade do fruto, pois de acordo com o Programa Brasileiro para a Melhoria dos Padrões Comerciais e Embalagens de Hortigranjeiros (BRASIL, 2003), as classes são determinadas, usando uma escala numérica 1 a 5, pela medida do diâmetro equatorial (transversal) do fruto.

No entanto os frutos analisados, ficaram dentro da escala que os classificam como padrão ótimo, inserindo-se assim dentro da classe 4, que são frutos com diâmetro transversal ≥ 75 a $>$ que 85 mm. Os dados referentes a diâmetro transversal encontrados no trabalho são superiores aos encontrados por Botelho et al. (2017) ao avaliarem o mesmo híbrido de maracujazeiro amarelo em Tangará da Serra-MG.

Para a espessura da casca, verifica-se que onde foi fornecida a lâmina referente a 100% da evapotranspiração da cultura (Figura 7A), os valores não se adequaram ao modelo de regressão aplicado e foram representadas pelas médias 5,86, 5,39, 5,29 para os respectivos insumos sem matéria orgânica, com esterco bovino e com cama de frango. A irrigação realizada com a menor lâmina hídrica no solo, com as plantas tratadas sem nenhuma adubação orgânica, com esterco bovino e cama de frango os dados também não se ajustaram a nenhum modelo matemático, sendo representados pelas médias 5,05, 5,52 e 5,18 mm, respectivamente (Figura 7B).



Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Figura 7. Espessura da casca de maracujazeiro amarelo 'BRS SC1' submetidos a lâminas de irrigação 100% (A) e 70% da ETc (B) e a doses de P_2O_5 em solo sem de matéria orgânica (- - -), com esterco bovino (—) e cama de frango (....).

Dados encontrados por Rodolfo Junior (2007) não revelaram ação significativa sobre a espessura da casca quando aplicaram insumo orgânico e adubação mineral. Avaliando o mesmo híbrido (Sol do Cerrado) em quatro municípios do Mato Grosso do Sul Botelho et al. (2017) também não registraram diferença significativa quando se avaliou a espessura da casca. Essa característica física do maracujazeiro é importante pra o mercado in natura e também para a indústria, haja vista que estudos mostram que quanto menor a espessura da casca, maior o rendimento de polpa (NEGREIROS et al., 2007; FERREIRA et al., 2010).

Quando os frutos são destinados para a indústria a importância dessa característica é ainda mais evidente, uma vez os frutos precisam apresentar casca fina e cavidade interna totalmente preenchida, a fim de conferir alto rendimento de suco (OLIVEIRA et al., 2008). Segundo dados registrados por Greco et al. (2014) avaliando as características físico-químicas

de materiais de maracujazeiro amarelo no Distrito Federal, constatarem valores de espessura de casca 8,12 mm, valores superiores aos encontrados neste trabalho.

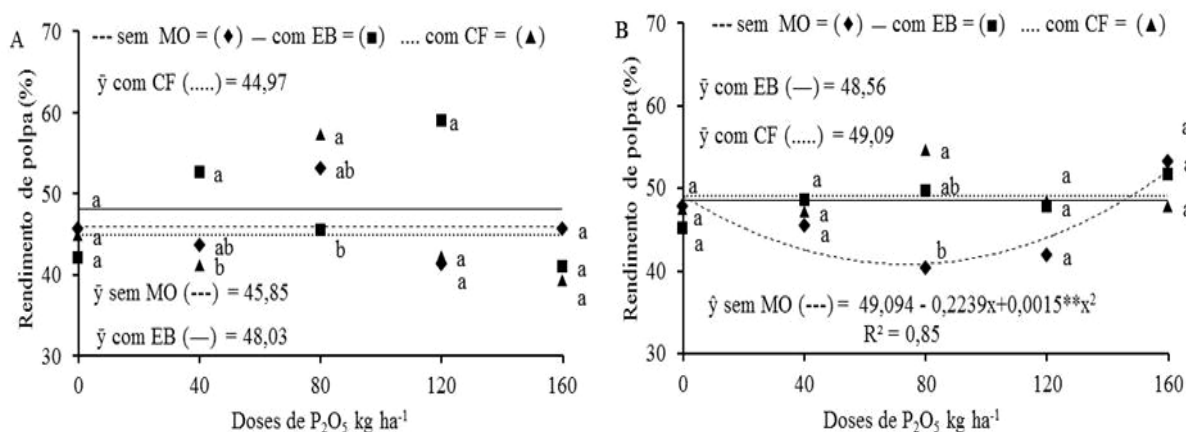
Quanto a caracterização química dos frutos de maracujazeiro amarelo apenas o rendimento de polpa e os teores de sólidos solúveis sofreram ação significativa da interação entre lâminas de água de irrigação, doses de fósforo e fontes de matéria orgânica (Tabela 6), as demais variáveis analisadas acidez titulável, pH e relação sólidos solúveis/acidez titulável não sofreram ação significativa da interação e nem de nenhuma fonte de variação.

Tabela 6. Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes aos valores rendimento de polpa (RP) acidez titulável (AT), pH do suco (pH), sólidos solúveis (SS) e a relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT).

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios (QM)				
		RP	AT	pH	SS	SS/AT
Bloco	2	24,560 ^{ns}	1,576 ^{ns}	0,031 ^{ns}	0,985 ^{ns}	1,466 ^{ns}
Li	1	51,569 ^{ns}	0,120 ^{ns}	0,006 ^{ns}	1,573 ^{ns}	0,491 ^{ns}
Resíduo (a)	2	40,577	0,450	0,031	0,868	0,310
M	2	46,189 ^{ns}	0,327 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,280 ^{ns}	0,162 ^{ns}
P	4	56,742 ^{ns}	0,381 ^{ns}	0,00 ^{ns}	6,867**	0,018 ^{ns}
M x P	8	118,82**	0,223 ^{ns}	0,00 ^{ns}	3,637**	0,552 ^{ns}
Li x P	4	104,152*	0,553 ^{ns}	0,00 ^{ns}	3,046**	0,445 ^{ns}
Li x M	2	39,189 ^{ns}	0,646 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,290 ^{ns}	0,515 ^{ns}
Li x M x P	8	58,151*	0,313 ^{ns}	0,016 ^{ns}	0,868**	0,382 ^{ns}
Resíduo (b)	56	24,299	0,351	0,010	0,506	0,111
CV a (%)		13,54	16,64	5,97	27,08	9,74
CV b (%)		10,47	14,75	3,49	20,67	16,24

^{ns}, * e **: não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. GL = grau de liberdade; ns = não significativo; * e ** respectivamente significativos para p<0,05 e p<0,01; CV = Coeficiente de variação, Li= lâmina de irrigação; M = Matéria orgânica; P = Fósforo

O rendimento de polpa dos frutos de maracujá foi influenciado significativamente pelas fontes de variação em estudo (Figura 8), no entanto, os dados relativos à interação entre lâmina de água correspondente a 100% da evapotranspiração da cultura × doses de fósforo × fontes orgânicas não se ajustaram a nenhum modelo matemático, sendo assim representadas pelas médias 45,85, 48,03, 44,96 % na ausência da matéria orgânica, com esterco bovino e com cama de frango, respectivamente (Figura 8A). Quando as plantas receberam a lâmina de água de 70% da evapotranspiração da cultura no solo adubado organicamente com cama de frango e esterco bovino também não houve ajuste dos dados a nenhum modelo de regressão, sendo o valor representado pela média de 49,09 e 48,56 % (Figura 8B).



Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Figura 8. Rendimento de polpa de maracujazeiro amarelo 'BRS SC1' submetidos a lâminas de irrigação 100% (A) e 70% da ETc (B) e a doses de P_2O_5 em solo sem fornecimento de matéria orgânica (- - -), com esterco bovino (—) e com cama de frango (....)

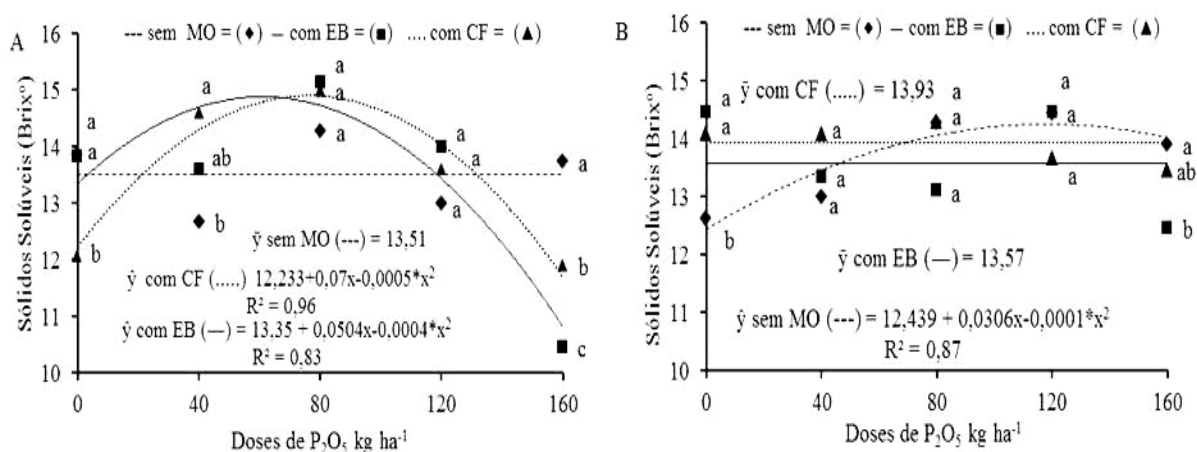
Observa-se que o rendimento de polpa entre as lâminas aplicadas são bem semelhantes independente das doses de fósforo e fornecimento de matéria orgânica. Segundo dados registrados por Botelho et al. (2017) não houve variação significativa quando os autores avaliaram o rendimento de polpa de quatro genótipos de maracujazeiro amarelo, dentre eles o BRS Sol do Cerrado, em geral esse genótipo cultivado em três municípios do estado do Mato Grosso do Sul apresentou médias semelhantes aos encontrados nesse trabalho. Nesse sentido, em geral os dados obtidos nesse trabalho estão de acordo com o valor praticado pela indústria que é em torno de 45% (MELETTI et al., 2000).

Não foi constatado efeito significativo das fontes de variação para a acidez titulável, obtendo-se uma média geral de 4,04 (desvio padrão = 0,61), no entanto o resultado está entre a faixa de 2,5 a 4,6% admitida como adequada para o consumo na forma de fruta fresca e polpa (MATSUURA & FOLEGATTI, 2002). Os dados corroboram com os encontrados por Mendonça et al. (2006) e Andrade et al. (2015), os autores não registraram efeitos significativos da adubação fosfatada para esta característica, assim com os valores verificados por Meneses (2007) e Rodolfo Junior (2007) não apresentaram efeito do insumo orgânico e nem da interação com adubação mineral sobre a acidez titulável de frutos de maracujazeiro amarelo.

Os valores de pH do suco também não foram influenciados por nenhuma das fontes de variação, nem pela interação entre elas. Obteve-se uma média geral de 2,97 (desvio padrão = 0,12), o valor médio do pH registrado, está adequado para a produção de polpa de maracujá, que segundo Matsuura e Folegatti (2002), devem variar entre 2,5 e 3,5. Os dados corroboram com os encontrados por Andrade et al. (2015), que também não registaram diferença significativa nos valores de pH da polpa de frutos de maracujazeiro submetido à adubação fosfatada. Os dados registrados nesse trabalho são semelhantes aos obtidos por Dias et al. (2016), os autores verificaram valores entre 2,7 e 3,8 em solo adubado com nitrogênio e potássio.

Já para os teores de sólidos solúveis houve ação significativa da interação lâmina de água \times fontes orgânicas \times doses de fósforo. O tratamento referente ao fornecimento da lâmina de água de 100% da ETc associada a adubação fosfatada e adubação com cama de frango foi responsável por elevar os teores de sólidos solúveis para o valor máximo estimado de 15% na dose estimada de 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Quando as plantas foram adubadas com esterco bovino a dose responsável pelo valor máximo de 15% foi 63 kg ha⁻¹. Na ausência de adubação orgânica os valores não se adequaram a nenhum modelo de regressão aplicado e está representado pelo valor médio de 13,51 (Figura 9A).

Quando foi aplicado o menor volume de água os dados obtidos com o fornecimento do esterco bovino e da cama de frango não se ajustaram ao modelo de regressão aplicado e ficaram representados pelas médias 13,57 e 13,93 respectivamente. Quando o solo não recebeu nenhuma das fontes orgânicas obteve-se o valor máximo de 14% na dose máxima estimada de 153 kg ha⁻¹ (Figura 9B). Os valores obtidos nesse trabalho foram superiores ao estabelecido pelo regulamento técnico para a fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ) para polpa de maracujá do Ministério da Agricultura que é de no mínimo 11 °Brix (RAIMUNDO et al., 2009) e para (MANIWARA et al., 2014) que adota valores acima de 13 °Brix.



* e **: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente

Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Figura 9. Teor de sólidos solúveis de maracujazeiro amarelo 'BRS SC1' submetidos a lâminas de irrigação 100% (A) e 70% da ETc (B) e a doses de P_2O_5 em solo sem fornecimento de matéria orgânica (- - -), com esterco bovino (—) e com cama de frango (....).

O fósforo tem papel preponderante na floração e frutificação das plantas, agindo como fator decisivo para qualidade dos frutos (NOVAIS et al., 2007), a matéria orgânica por sua vez disponibiliza nutrientes às plantas (CLEMENTE et al., 2012), contribuindo dessa maneira, com a adubação fosfatada para a melhoria da qualidade química dos frutos. É consenso que a aplicação de matéria orgânica ao solo aumenta a eficiência da adubação mineral, principalmente do fósforo. De acordo com Guppy et al. (2005) alguns ácidos orgânicos produzidos na decomposição da matéria orgânica do solo podem favorecer a disponibilidade e reduzir a fixação de fósforo no solo, o que torna o nutriente mais disponível para as plantas.

Dados encontrados por Damatto Junior et al. (2005) confirmam a ação positiva da matéria orgânica, ao avaliarem a qualidade pós colheita de maracujazeiro e verificarem um aumento nos valores de sólidos solúveis dos frutos. Nesse sentido, os frutos obtidos neste experimento são classificados como adequados para o consumo e produção de suco concentrado. Os dados registrados neste experimento são superiores aos encontrados por Campos et al. (2009), Cavichiole et al. (2011), Greco et al. (2014) e Botelho et al. (2017) ao avaliarem a qualidade química de maracujazeiro amarelo.

A relação teor de sólidos solúveis e acidez titulável não diferiu em função das doses de fósforo aplicadas e nem em função da lâminas de irrigação. Essa relação define caráter doce-

ácido, que representa o sabor das frutas (PINHEIRO et al., 2006). Nesse sentido os valores obtidos, apesar de não se enquadrarem nos patamares de sabor ótimo, com variação de 4,2 a 5,2 (HAENDLER, 1965), a média geral obtida de 3,42 (desvio padrão = 0,59) é considerada um valor bom, e portanto superiores ao voleres de 2,5 a 2,9 verificadas por Fischer et al. (2007), em sistema orgânico e convencional. Considerada uma forma de avaliar o sabor dos frutos a relação SS/AT determina o quão agradável o suco ou a polpa é para o paladar, logo quanto maior o valor dessa relação mais agradável será o sabor dos frutos (AGUIAR et al., 2015).

CONCLUSÕES

A redução no volume de água aplicada em até 30% da evapotranspiração da cultura do maracujazeiro, não acarretou em perda na produtividade.

As doses entre 90 e 100 kg ha⁻¹ de fósforo elevaram as características produtivas do maracujazeiro amarelo.

A redução da lâmina de água de 100 para 70% da evapotranspiração da cultura não interferiu na qualidade físico-química dos frutos de maracujazeiro amarelo.

A cama de frango contribuiu positivamente na produção e qualidade pós-colheita dos frutos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014.

ANDRADE, A. R. S.; CRUZ, A.F.S.; ALBUQUERQUE J.C.F.; GODOI NETO, A.H.; SILVA, J.E.G; SILVA,M.M. Influência de diferentes fontes de fósforo nas características químicas dos frutos do maracujazeiro. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.9, n. 4, p.269 - 277, 2015.

ARAÚJO, H. F; COSTA, R. N. T.; CRISÓSTOMO, J. R.; SAUNDERS, L. C. U.; MOREIRA, O. C. Technical and economic indicators of the yellow passion fruit tree irrigated with underground water supply. **Engenharia Agrícola**, v. 33, p. 940-951, 2013.

ADELI, A.; SISTANI, K.R.; ROWE, D.E. TEWOLDE, H. Effects of broiler litter applied to no-till and tillage cotton on selected soil properties. **Soil Science Society of American Journal**, Estados Unidos, v.71, n.3, p. 974-983, 2007.

BRUCKNER, C. H.; MELETTI, L. M. M.; OTONI, W.C.; ZERBINI JÚNIOR, F. M. Maracujazeiro. In. BRUCKNER, C. H. (Ed.). **Melhoramento de fruteiras tropicais**. Viçosa: UFV, 2002. p. 373-410.

AGUIAR, R. S.; ZACCHEO, P. V. C.; STENZEL, N. M. C.; SERA, T.; NEVES, C. S. V. J. Produção e qualidade de frutos híbridos de maracujazeiro-amarelo no norte do Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 1, p. 130-137, 2015.

ANDRADE, A. R. S.; CRUZ, A.F.S.; ALBUQUERQUE J.C.F.; GODOI NETO, A.H.; SILVA, J.E.G; SILVA,M.M. Influência de diferentes fontes de fósforo nas características químicas dos frutos do maracujazeiro. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.9, n. 4, p.269 - 277, 2015.

AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 17. ed. Washington: AOAC, 2002.

AZEEZ, J. O.; AVERBEKE, W. V.; OKOROGBONA, A. O. M. Differential responses in yield of pumpkin (*Cucurbita máxima* L.) and nightshade (*Solanum retroflexum* Dun.) to the application of three animal manures. **Bioresource Technology**, v. 101, n. 7, p. 2499-2505, 2010.

BOATENG, S.A.; ZICKERMANN, J.; KORNAHRENS, M. Poultry manure effect on growth and yield of maize. **West Africa Journal of Applied Ecology**, v.9, p.1-11, 2006.

BOTELHO, S.C.C.; RONCANTTO, G.; BOTELHO, F.M.; OLIVEIRA,S.S.; WOBETO, C. **Qualidade pós-colheita de frutos de maracujazeiro-amarelo produzidos em Mato Grosso**. Nativa, Sinop, v.5, p.471-476, 2017.

CAMPOS, G. A.; TEXEIRA JUNIOR, T.; NOGUEIRA, S. R.; SILVA, G. L.; SANTOS NETO, D. L.; BLATT NETO, A. Qualidade de frutos de seis variedades de maracujazeiro azedo produzidas em condições do Cerrado Tocantinense. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/Embrapa Cerrados**, n. 253, p. 1-20, 2009.

CAMPOS, V.B.; CAVALCANTE, L.F.; DANTAS, T.A.G.; MOTA, J. K. M.; RODRIGUES, A. C.; DINIZ, A. A. Caracterização física e química de frutos de maracujazeiro-amarelo sob adubação potássica, biofertilizante e cobertura morta. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 9, p. 59-71, 2007.

CARVALHO, J.A.; CALDAS, A.L.; REZENDE, F.C.; NAKAZONE, M.V. Produção e qualidade de frutos de maracujá-amarelo em função da tensão de água no solo, v.22 n.3, 2014.

CAVALCANTE, L. F.; DANTAS, T. A.G.; ANDRADE, R.; SÁ, J. R.; MACEDO, J. P. DA S.; GONDIM, S. C.; CAVALCANTE, Í. H. L. Resposta do maracujazeiro amarelo à salinidade da água sob diferentes formas de plantio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, p.314-317, 2005.

CAVALCANTI, J. C. P (Coord.). **Recomendações de adubação para o estado do Pernambuco** (2ª aproximação). 3. ed. Recife: Instituto Agrônomo do Pernambuco-IPA, 2008.160 p.

CAVICHIOLO, J. C.; CORRÊA, S. L.; BOLIANI, A. C.; SANTOS, P. C. Desenvolvimento e produtividade do maracujazeiro-amarelo enxertado em três porta-enxertos. **Revista Brasileira Fruticultura**, v.33, n. 2, p.567-574, 2011.

CLEMENTE R.; WALKER, D.J.; PARDO, T.; MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, D.; BERNAL, M.P. The use of a halophytic plant species and organic amendments for the remediation of a trace elements-contaminated soil under semi-arid conditions. **Journal of Hazardous Materials**, Amsterdam, v.223-224, p.63-71, 2012.

CODY, R. 2015. An introduction to sas university edition. SAS Institute, Cary, North Carolina, USA.

DAMATTO-JUNIOR, E. R.; LEONEL, S.; PEDROSO, C. J. Adubação orgânica na produção e qualidade de frutos de maracujá-doce. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n.1, p. 188-190, 2005.

DAVID, M. A.; MENDONÇA, V.; REIS, L. L.; SILVA, E. A.; TOSTA, M. S.; FREIRE, P. A. Efeito de doses de superfosfato simples e de matéria orgânica sobre o crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.38, n.3, p.147-152, 2008.

DIAS, D.G.; PEGORAR, R.F.; MAIS,V.M.; MEDEIROS, A.C Production and postharvest quality of irrigated passion fruit after n-k fertilization. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n.3, p.1-12, 2017.

EMBRAPA . **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. Revisada e ampliada – Brasília, Embrapa, 2017.

FERREIRA, F. M.; NEVES, L. G.; BRUCKNER, C. H.; VIANA, A. P.; CRUZ, C. D.; BARELLI, M. A. A. Formação de supercaracteres para seleção de famílias de maracujazeiro amarelo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.32, n.2, p.247-254, 2010.

FARIDULLAH, M. I.; IRSHAD, M.; YAMAMOTO, S.; HONNA, T.; ENEJI, A. E. Characterization of trace elements in chicken and duck litter ash. **Waste Management, Elmsford**, v. 29, n. 1, p. 265-271, 2009.

FISCHER, I. H.; ARRUDA, M. C.; ALMEIDA, A. M.; GARCIA, M. J. M.; JERONIMO, E. M.; PINOTTI, R. N.; BERTANI, R. M. A. Doenças e características físicas e químicas pós-colheita em maracujá amarelo de cultivo convencional e orgânico no Centro Oeste paulista. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, n.2, p.254-259, 2007.

FURLANETO, F. de P.B.; ESPERANCINI, M.S.T.; MARTINS, A.N.; OKAMOTO, F. VIDAL, A. de A.; BUENO, O. de C. Análise energética do novo sistema de produção de maracujá amarelo na região de Marília-SP. **Ciência Rural**, v.44, n.2, p.235-240, 2014.

GONDIM, S. C.; CAVALCANTE, L. F.; CAMPOS, V. B.; MESQUITA, E. F.; GONDIM, P. C. Produção e composição foliar do maracujazeiro amarelo sob lâminas de irrigação. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 4, p. 100-107, 2009.

GUPPY, C. N.; MENZIES, N. W.; MOODY, P. W.; BLAMEY, F. P. C. Competitive sorption reactions between phosphorus and organic matter in soil: A review. **Australian Journal Soil Research**, v. 43, n. 2, p. 189-202, 2005.

GRECO, S. M. L.; PEIXOTO, J. R.; FERREIRA, L. M. Avaliação física, físico-química e estimativas de parâmetros genéticos de 32 genótipos de maracujazeiroazedo cultivados no Distrito Federal. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 3, suplemento 1, p. 360-370, 2014.

HAENDLER, L. La passiflora: Sa composition chimique et ses possibilités de transformation. **Fruits**, Paris, v.20, n.5, p.235-245, 1965.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: IAL, 1020 p. 2008. 1 ed. digital.

IFCE. Instituto Federal do Ceará, Tianguá, 2017. Disponível em <<http://intranet.tiangua.ifce.edu.br/clima/index.php>> Acesso em: 20 de Março. 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasília, 2017. Disponível em <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613#resultado>> Acesso em 10 de Julho. 2017.

JUNQUEIRA, N. T. V.; ICUMA, I. M.; VERAS, M. C. M.; OLIVEIRA, M. A. S.; ANJOS, J. R. N. dos. **Cultura do maracujazeiro**. In: SILVA, J. M. de M. (Ed.). Incentivo a fruticultura no Distrito Federal: manual de fruticultura. Brasília: Colabora, p.42-52, 1999.

KRAUSE, W.; NEVES, L. G.; VIANA, A. P.; ARAÚJO, C. A. T.; FALEIRO, F. G. Produtividade e qualidade de frutos de cultivares de maracujazeiro-amarelo com ou em polinização artificial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 12, p. 1737-1742, 2012.

LAZCANO, C.; GÓMEZ-BRANDÓN, M.; DOMÍNGUEZ, J. Comparison of the effectiveness of composting and vermicomposting for the biological stabilization of cattle manure. **Chemosphere**, v. 72, n. 04, p. 1013-1019, 2008.

LIRA, R. M., DOS SANTOS, A. N., DA SILVA, J. S., BARNABÉ, J. M. C., DA SILVA BARROS, M., & RAMALHO, H. A utilização de águas de qualidade inferior na agricultura irrigada. The use of lower quality water in irrigated agriculture. **Revista Geama**, v. 3, n. 1, p. 62-83, 2016.

KONZEN, E. A. Fertilização de lavoura e pastagem com dejetos de suínos e cama de aves. In: Seminário Técnico da Cultura de Milho, Videira. **Anais...** Videira, SC, 2003.

MANIWARA, P.; NAKANO, K.; BOONYAKIAT, D.; OHASHI, S.; HIROI, M.; TO HYAMA, T. The use of visible and near infrared spectroscopy for evaluating passion fruit postharvest quality. **Journal of Food Engineering**, v. 143, p. 33-43, 2014.

MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, M. I. S. **Maracujá: pós-colheita**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 51 p. (Frutas do Brasil, 23).

MELETTI, L.M.M. Maracujá-amarelo: cultivares IAC conquistam a preferência nacional. O agrônomo, Campinas, v.53, n.2, p.34-37, 2011.

MENDONÇA, V; RAMOS, J.D.; CARVALHO, J.G.; ANDRADE JUNIOR, V.C. Fontes e doses de fósforo para o maracujazeiro-amarelo. **Revista Caatinga, Mossoró**, vol.19, n. 1, p. 65-70, 2006.

MEURER E. J. 2010. Fundamentos de química do solo. Porto Alegre: Gênese. 2010. 264p.
MIELNICZUK, J. & BAYER. C. **Dinâmica e função da matéria orgânica**. In: **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2 ed, rev. e atual. Porto Alegre: Metrópole, 2008.

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B. NEVES, J. C. L. **Fertilidade do Solo**. 1ª ed. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007, 1017p.

RAIMUNDO, K.; MAGRI, R. S.; SIMIONATO, E. M. R. S.; SAMPAIO, A. C. Avaliação física e química da polpa de maracujá congelada comercializada na região de Bauru. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, n.2, p. 539-543, 2009.

RODOLFO JUNIOR, F. **Resposta do maracujazeiro-amarelo e da fertilidade do solo com biofertilizantes e adubação mineral com NPK**. 2007. 83f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

RODRIGUES, A. C.; CAVALCANTE, L. F.; DANTAS, T. A. G.; CAMPOS, V. B.; DINIZ, A. A. Caracterização de frutos de maracujazeiro-amarelo em solo tratado com biofertilizante supermagro e potássio. **Magistra**, v. 20, p. 264-272, 2008.

RODRIGUES, A. C.; CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, A. P.; SOUSA, J. T.; MESQUITA, F. O. Produção e nutrição mineral do maracujazeiro amarelo em solo com biofertilizante supermagro e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n.12, p. 117-124, 2009.

SILVA, V. B.; SILVA, A. P.; DIAS, B. O.; ARAUJO, J. L.; SANTOS, D. FRANCO, R. P. Decomposição e liberação de N, P e K de esterco bovino e de cama de frango isolados ou misturados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 5, 1537-1546, 2014.

SILVA, R. L.; CAVALCANTE, I. H. L.; SOUSA, K. S. M. de; GALHARDO, C. X.; SANTANA, E. A.; LIMA, D. D. Qualidade do maracujá amarelo fertirrigado com nitrogênio e substâncias húmicas. **Comunicata Scientiae**, v. 6, n. 4, p. 479-487, 2015.

SANTOS, G.P.; LIMA NETO, A.J.; CAVALCANTE, L.F.; CAVALCANTE, I.H.L.; SOUTO, A.G.L. Crescimento e produção do maracujazeiro amarelo, sob diferentes fontes e doses de fósforo em cobertura. **Bioscience Journal**, v. 30, supplement 2, p. 525-533, 2014.

MENDONÇA, V; RAMOS, J.D.; CARVALHO, J.G.; ANDRADE JUNIOR, V.C. Fontes e doses de fósforo para o maracujazeiro-amarelo. **Revista Caatinga**, vol. 19, n. 1, p. 65-70, 2006.

MENESES, E. F. **Estado nutricional e pós-colheita do maracujazeiro-amarelo em resposta ao biofertilizante e nitrogênio no solo**. 2007. 44f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

NASCIMENTO, J.A.M.; SOUTO, J.S.; PERREIRA, W.E.; MEDEIROS, S.A.S.; CAVALCANTE, L. F. Macronutrients in watermelon plants fertilized with potassium and cattle manure. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.20, n.9, p.836-840, 2016.

NEGREIROS, J. R. S.; ÁLVARES, V. S.; BRUCKNER, C. H.; MORGADO, M. A. D.; CRUZ, C. D. Relação entre características físicas e o rendimento de polpa de maracujá-amarelo. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 546-549, 2007.

OLIVEIRA, F. I. F.; MEDEIROS, W. J. F.; CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; SOUTO, A. G. L.; LIMA NETO, A. J. Crescimento e produção do maracujazeiro amarelo fertirrigado com esterco bovino líquido fermentado. **Revista Agropecuária Técnica**, v.38, n. 4, p. 191- 199, 2017.

PACHECO, A.L.; PAGLIARINI, M.F.; VIERIA, G. FREITAS, G.B. Influência da adubação orgânica sobre a classificação e aparência dos frutos de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.6, n.2, p.43-50, 2016.

PINHEIRO, A. M.; FERNANDES, A. G.; FAI, A. E. C.; PRADO, G. M. DO; SOUSA, P. H. M. DE; MAIA, G. A. Avaliação química, físicoquímica e microbiológica de sucos de frutas integrais: Abacaxi, caju e maracujá. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, p.98-103, 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.